Д.А.Соболев

Столетняя история “летающего крыла”

Москва



1998

ББК О53г

Соболев Д.А.
Столетняя история “летающего крыла”. — М.: “Русское авиационное акционерное общество” (РУСАВИА), 1998. — 288 с.: ил.

В книге подробно прослежена история создания и развития самолетов таких нетрадиционных схем, как “бесхвостка” и “летающее крыло”. Рассмотрен вклад различных конструкторов и конструкторских школ в эволюцию летательных аппаратов указанных типов.
Для широкого круга читателей, интересующихся историей мировой авиации.

ISBN 5-900078-01-9

Введение

Широко распространенная в авиации нормальная (классическая) схема самолета — с фюзеляжем и расположенным за крылом оперением — ни на одном этапе развития самолетостроения не была единственной. Это объясняется тем, что в отношении аэродинамики и технологичности конструкции данная схема не является идеальной. Для образования подъемной силы необходимо только крыло, все остальные агрегаты планера самолета представляют собой "плату" за достижение требуемых устойчивости и управляемости, обеспечение хороших взлетно-посадочных характеристик, удобство размещения людей и грузов.

Попытки создания летательных аппаратов, имеющих минимальное число "лишних", не участвующих в создании подъемной силы элементов, привели к появлению самолетов схем "бесхвостка" (самолет без горизонтального оперения) и "летающее крыло" (самолет, не имеющий не только оперения, но и фюзеляжа). История этих самолетов насчитывает уже около ста лет.

Жизнеспособность "бесхвостки" и ее разновидности — "летающего крыла" объясняется такими важными потенциальными преимуществами этих схем, как меньшее аэродинамическое сопротивление и меньший вес конструкции из-за отсутствия горизонтального оперения и фюзеляжа (или же меньшей длины последнего), удобство компоновки задней стрелковой установки на боевых самолетах, менее заметное перемещение фокуса крыла при переходе на сверхзвуковую скорость по сравнению с "нормальным" самолетом.

На другой чаше весов находятся недостатки, присущие бесхвостым самолетам: худшая продольная и боковая динамическая устойчивость, "просадка" при резком перемещении ручки управления "на себя", обусловленная уменьшением подъемной силы крыла с отклоненными вверх рулями высоты, сложность применения посадочной механизации — из-за малого плеча действия рулей высоты трудно уравновесить продольный момент, возникающий при выпуске закрылков.

Технические возможности авиации и задачи, стоящие перед конструкторами, меняются по мере научно-технического прогресса. Соответственно изменяется и "удельный вес" различных преимуществ и недостатков "бесхвостки". Поэтому чаши весов никогда не находились в покое и интерес к данной схеме то угасал, то вспыхивал вновь. В результате в одни периоды истории авиации бесхвостые самолеты были представлены целым рядом серийных образцов, в другие периоды работы в этой области не выходили за рамки эксперимента. В наши дни благодаря появлению в авиации систем искусственной устойчивости чаша с преимуществами "бесхвостки" заметно потяжелела...

Несколько слов о самой книге. Когда я начинал работать над рукописью, то полагал, что результатом будет дополненный вариант моей монографии "Самолеты особых схем", выпущенной издательством "Машиностроение" в 1985 г. Однако в процессе работы я обнаружил в архивах множество новых интересных документов, которые раньше были засекречены и поэтому не

могли быть использованы. Очень помогли мне зарубежные коллеги, приславшие большое количество материалов по истории самолетов нетрадиционных схем. В результате число источников несоизмеримо возросло, среди них стали преобладать документальные свидетельства. А на новом фундаменте строится новое здание. Поэтому я отказался от идеи "косметических" улучшений и написал, по существу, новую книгу. Теперь она носит более энциклопедический характер и предназначена для широкого круга читателей, интересующихся историей авиации.

Книга озаглавлена *Столетняя история "летающего крыла"*. Формально такое название не вполне точно отражает содержание работы: она посвящена истории самолетов схемы "бесхвостка", а "летающее крыло" — это только частный случай данной схемы. Но в научно-популярной литературе указанные термины часто считаются синонимами. Поэтому в заглавии я тоже позволил себе эту маленькую вольность: согласитесь, что название "летающее крыло" благозвучнее, чем "бесхвостка".

В работе использованы фотографии из российских, американских и немецких государственных архивов, а также материалы частных коллекций.

В заключение считаю своим приятным долгом выразить искреннюю признательность всем, кто помог в подборе материалов для данной книги или взял на себя труд отрецензировать рукопись: Е.В.Арсеньеву, А.А.Демину, К.Ю.Косминкову, М.К.Курьянскому, М.А.Левину, Г.Ф.Петрову, В.Г.Ригманту, О.С.Самойловичу, В.С.Синякову, И.Г.Султанову, В.А.Тимофееву, А.А.Щербакову, В.С.Савину (Украина), Т.Вулдриджу и Д.Мире (США), С.Рансому (Германия), А.Пеллетье (Франция). Благодарю технических специалистов журнала "SALON Interior" за помощь при подготовке оригинал-макета.

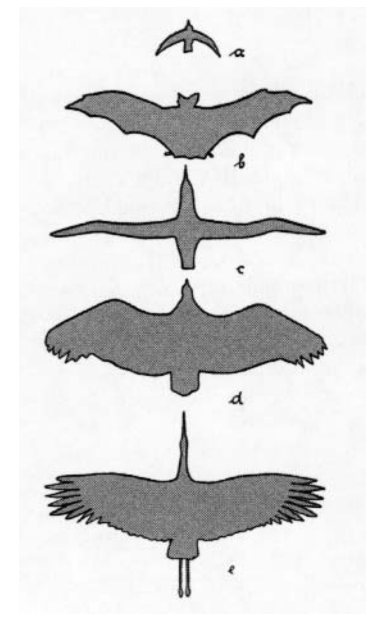
Хочу выразить также глубокую благодарность Генеральному директору А/О "Русавиа" С.Н.Баранову за поддержку в издании этой книги.

1

УЧАСЬ У ПРИРОДЫ

В конце восемнадцатого веке у человека появились "искусственные мускулы" — паровая машина. К середине следующего столетия железнодорожное сообщение связало крупнейшие города Европы и Америки, суда с паровыми двигателями могли пересекать моря и океаны независимо от капризов ветра. Оставалось покорить воздушный океан, и все больше инженеров и изобретателей задумывалось над этой задачей.

Вопрос о двигателе для самолета казался решенным: это, конечно, паровая машина, но только облегченной конструкции. Она должна вращать воздушный винт, наподобие крыльев ветряной мельницы или морского гребного винта. Но как выбрать такую форму летательного аппарата, которая обеспечила бы силу, удерживающую его в воздухе, и дала бы устойчивость в полете? Создатели первых самолетов решили "подсмотреть" решение у природы.



Контуры некоторых птиц и летучей мыши (а — ласточка, b — летучая мышь, с — альбатрос, d — коршун, е — аист).

Наблюдения за птицами и другими летающими созданиями привели к выводу, что все хорошие "летуны" имеют большой размах крыла. Кроме того, профиль их крыла не плоский, а изогнутый, выпуклой частью вверх. Эти особенности птичьего крыла были исследованы в первых примитивных аэродинамических трубах или на моделях. Эксперименты подтвердили, что крыло с изогнутым профилем создает б льшую подъемную силу, чем плоская поверхность, и что вытянутое в длину крыло эффективнее по сравнению с крылом квадратной формы. Эти выводы нашли воплощение в конструкции первых планеров и самолетов.

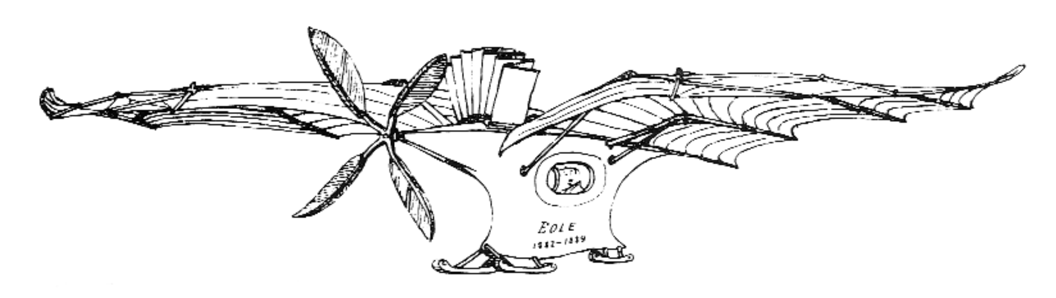
Но нужен ли самолету хвост, как у птицы? Большинство пионеров авиации считало, что да. В этом вроде бы убеждали облик птиц и опыты с небольшими летающими моделями. Вместе с тем, природа давала немало примеров, когда способное к полетам животное не имеет хвоста и, тем не менее, превосходно держится в воздухе. Одним из таких существ является летучая мышь.

Летучая мышь как образец для копирования при создании летательного аппарата издавна привлекала внимание изобретателей "летательных машин": в отличие от птицы она не покрыта перьями и сделать ее увеличенный макет значительно проще, чем изготовить огромную копию птицы. Еще Леонардо да Винчи писал: "Анатомируй летучую мышь и этого держись, и на основании этого построй летательный прибор".[1]

Четыре столетия спустя рекомендацию великого итальянца воплотил в жизнь французский инженер Клеман Адер — создатель первого самолета схемы "бесхвостка".

Адер родился в 1841 г. в небольшом городке недалеко от Тулузы, участвовал с прокладке железных дорог во Франции, затем заинтересовался недавно изобретенным телефоном, усовершенствовал его и стал создателем первой в Париже телефонной сети. Это позволило ему собрать капитал и приступить к осуществлению своей давней мечты — постройке самолета.

Обычно пионеры авиации XIX века начинали с разработки собственных теорий и с опытов с летающими моделями. Адер решил пойти более корот-



Эскиз "Эола", выполненный Адером во время постройки самолета. Как следует из рисунка, в то время конструктор предполагал применить гусеницы вместо колес шасси. Странный "нарост" сверху — это радиатор для конденсации пара.

ким путем. Он соорудил рядом с домом вольеры с птицами и летучими мышами и вскоре приступил к изготовлению самолета в форме огромной летучей мыши с размахом крыла 14 м.

Строительство самолета, названного "Эол" в честь древнегреческого бога-повелителя ветров, продолжалось 9 лет, с 1882 по 1890 гг., и обошлось Адеру в полмиллиона франков.

В соответствии с обликом летучей мыши, "Эол" представлял собой моноплан-"бесхвостку" с гибким крылом криволинейных очертаний. Крыло имело сводчатую форму. Оно было изготовлено из бамбука и обтянуто шелком, который крепился к каркасу с помощью нескольких тысяч пуговиц. Под крылом находился обтянутый материей отсек, выполненный из очень легких полых внутри деревянных труб. Там располагались паровая машина, место для пилота и рычаги управления. Летчик мог смотреть только через расположенные по бокам овальные окна, так как все пространство впереди занимала паровая машина. Двигатель вращал четырехлопастный пропеллер. Верный выбранному принципу копирования природы, конструктор даже лопастям пропеллера придал форму птичьих перьев. Для разбега самолета служили три колеса: два спереди и одно сзади. Чтобы избежать опасности капотирования при движении по земле перед фюзеляжем установили дополнительное "страховочное" колесо.

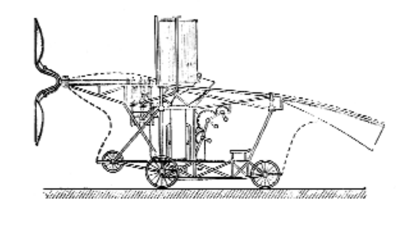


Схема самолета "Эол".

Адер планировал управлять самолетом с помощью перемещения крыла. Точно копируя подвижность крыла летучей мыши, он предусмотрел изменение стреловидности и размаха, изменение кривизны профиля и отклонение концов крыла вверх. Эти перестановки могли происходить одновременно или только на одной стороне крыла. Перемещение крыла осуществлялось сложной системой шарниров и тросов, приводимых в действие шестью рукоятками и двумя педалями в кабине пилота. В описании самолета Адер не указал, какой цели служит каждый из предусмотренных видов перемещения крыла, так как сам едва ли имел об этом четкое представление.

Наиболее совершенным агрегатом "Эола" был двигатель. Здесь Адер проявил себя как настоящий инженер. Ему удалось изготовить паровую машину, которая при мощности 20 л.с. весила всего 60 кг. Она была выполнена из кованой стали, а для облегчения веса многие детали были пустотелыми. В качестве топлива вместо тяжелых угля или нефти применялся спирт.

К осени 1890 г. строительство самолета завершилось, и 9 октября Адер предпринял попытку полета. Стремясь до поры до времени сохранить свои работы в секрете, конструктор провел испытание в уединенной усадьбе своего знакомого, Исаака Перье, расположенной в окрестностях городка Гретц. В отчете, составленном сразу же после испытания одним из помощников Адера, сообщалось: "Авион n 1 (словом "авион" тогда называли самолет — *Д.С.*), носящий имя "Эол" и управляемый г-ном Адером, его изобретателем, ото-

рвался от земли и держался в воздухе на своих крыльях, брея поверхность земли на дистанции около 50 м с помощью единственного источника — собственной силы тяги. Маневренная площадка имела длину 200 м и ширину 25 м на земле, утрамбованной катком".[2] Сведения об этом событии можно обнаружить также в письме Адера его парижскому другу Феликсу Надару от 12 октября 1890 г. (хранится в Национальной библиотеке в Париже): "Я наконец решил проблему после утомительной работы и больших денежных затрат. Моя законченная машина названа "Эол"; она только что сделала первый взлет со мной на борту на расстояние 50 метров; эта дистанция не могла быть больше, так как площадка для испытаний была слишком мала".

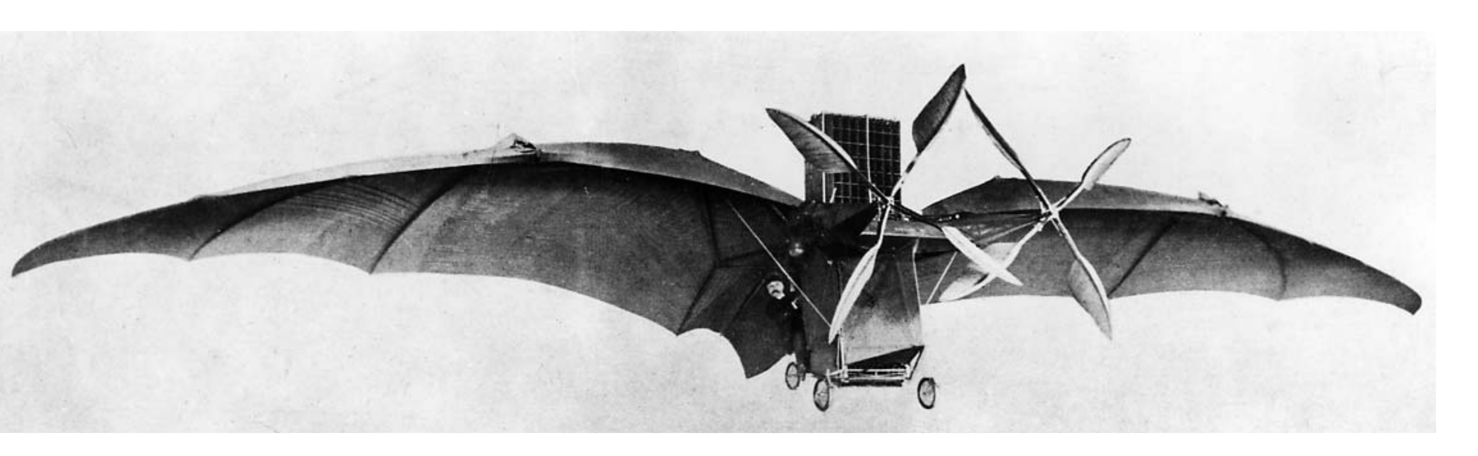
Итак, при испытаниях самолет Адера оторвался от земли и продержался в воздухе около 5 секунд на высоте не более метра. Это, конечно, нельзя назвать полетом (учитывая необычность конструкции и метода управления "Эолом", сколь-либо продолжительный полет на нем был в принципе невозможен), но, тем не менее, событие заслуживает места в истории авиации как первый кратковременный взлет (прыжок) на самолете.

По словам Адера, в 1891 г. "Эол" вновь поднимался в воздух. Как и в прошлый раз, его пилотировал сам конструктор. Опыт проводился на большом военном поле в Сатори под Парижем. После нескольких неудачных попыток Адеру удалось оторвать аппарат от земли и пролететь на минимальной высоте около 100 м. Затем самолет накренился и упал.

С самого начала работами Адера заинтересовались военные. В надежде, что конструктору удастся построить усовершенствованный аппарат, который можно будет использовать в качестве разведчика и бомбардировщика, Военное министерство выделило ему почти полмиллиона франков. На эти средства, как говорилось в секретном контракте, подписанном 3 февраля 1892 г., "г-н Адер построит машину, которая теперь будет не экспериментальным образцом, но



В мастерской К.Адера. Это единственная сохранившаяся фотография самолета "Эол" (показан со сложенным крылом). На переднем плане — крыло "Авиона-3".



Самолет "Авион-3". На фотографии видно, как неудобно было пилоту смотреть вперед.

аппаратом, способным выполнять следующие требования: поднимать помимо человека, управляющего машиной, второго человека или дополнительное топливо, или взрывчатые вещества весом, равным весу человека, т.е. 75 кг; подниматься на высоту нескольких сотен метров и лететь не менее шести часов с двумя людьми со скоростью не меньше 15 м/с; быть полностью управляемым, т.е. способным следовать запланированному маршруту и пролететь точно над намеченной точкой."[3]

Получив финансовую поддержку, Адер расширил штат своих помощников и приступил к изготовлению нового самолета с более мощным двигателем — "Авиона-2". Самолет был уже почти готов, когда конструктор решил, что нужно делать двухмоторный самолет. Он был построен в 1897 г. и получил название "Авион-3".

Так же, как "Эол", "Авион-3" был "бесхвосткой" с крылом, как у летучей мыши. Однако теперь на самолете было два паровых двигателя, каждый из которых вращал свой пропеллер. Паровые машины работали от одного котла. Винты вращались в разные стороны для того, чтобы их действие не нарушало равновесие самолета.

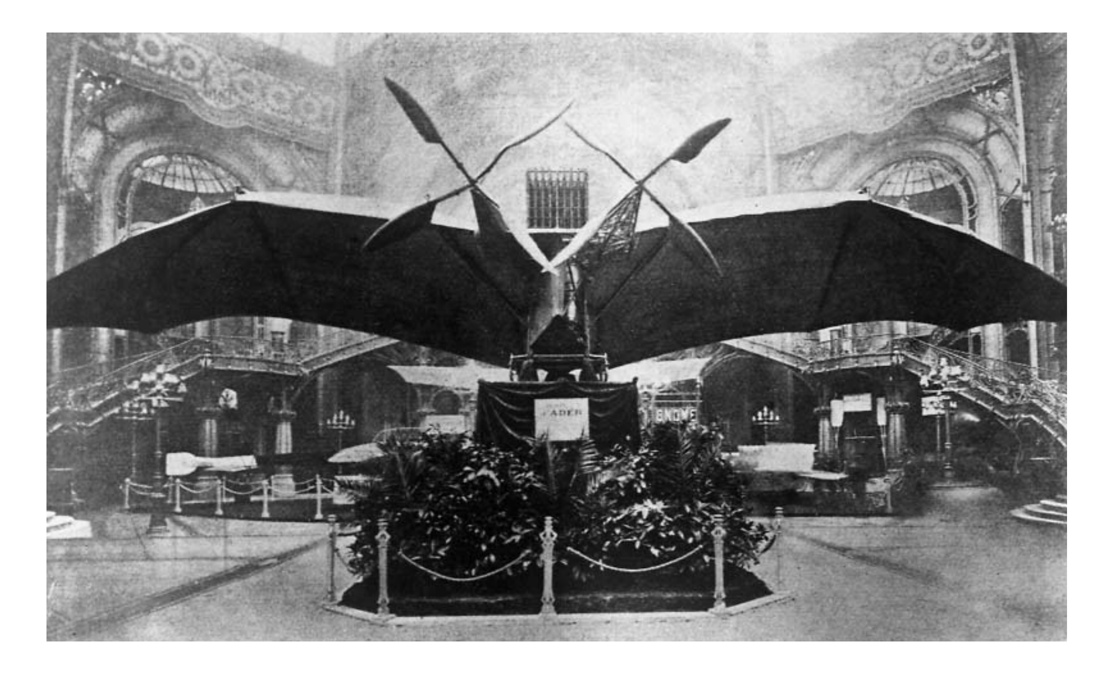
Крыло нового самолета имело меньшую подвижность. Адер сохранил только изменение стреловидности в полете, причем, в отличие от "Эола", левая и правая части крыла могли перемещаться только одновременно. Сзади к самолету прикрепили небольшой поворотный киль с колесом внизу. Для управления можно было также попеременно изменять скорость вращения пропеллеров. Летчик, как и прежде, располагался в задней части фюзеляжа за двигателями и для того, чтобы смотреть вперед, должен был сильно наклоняться вбок.

По конструкции новый самолет был проще "Эола", а вдвое б льшая мощность двигателей давала шансы на взлет после разбега. Однако в целом "Авион-3" оставался таким же непригодным для полетов аппаратом, как и его предшественник. Адеру по-прежнему не удалось решить проблему устойчивости и управления в воздухе. Так, изменение стреловидности крыла для продольного управления и парирования порывов ветра было неэффективно из-за очень медленного перемещения крыльев: их движение осуществлялось с помощью винтовой передачи и даже для небольшого изменения стреловидности летчику требовалось повернуть рукоятку 20—30 раз. Руль направления хотя и мог отклоняться достаточно быстро (он управлялся педалями), но, имея очень малую площадь, был практически бесполезен. Из-за отсутствия горизонтального и вертикального стабилизаторов самолет был абсолютно неустойчив.

Все эти недостатки очевидны с позиции наших дней. Однако выводы, сделанные специальной военной комиссией при осмотре "Авиона", были иными: самолет признали годным для летных испытаний. Для взлета на военном поле в Сатори саперы подготовили круговую дорожку длиной 1500 м и шириной 40 м. В случае успешного испытания Адер предполагал перелететь на самолете в город Венсен.

Во время пробного испытания 12 октября 1897 г. Адеру поручалось совершить на самолете пробег по кругу, чтобы приобрести навык в управлении. Погода была безветреной, но почва еще не просохла после прошедшего накануне дождя. "Авион" благополучно обежал круг со средней скоростью около 20 км/ч. Как отмечалось в отчете, даже на размякшей почве следы от колес были заметны не очень отчетливо, следовательно значительная часть веса самолета уравновешивалась крыльями. Учитывая, что Адер использовал не всю мощность двигателей, шансы на успешный полет казались высокими.

Попытка полета состоялась через два дня, 14 октября. В официальном заключении, подготовленном председателем комиссии по приемке самолета генералом Менсье, говорилось: "При старте, который имел место в 5 час. 15 мин. после полудня, аппарат, имея ветер в спину, бежал надлежащим образом со скоростью, которая казалась вполне установившейся; однако в дальнейшем легко было установить по следам колес, что задняя часть аппарата часто приподнималась, и что заднее колесо, являющееся рулем, не все время катилось по земле. Когда аппарат подошел к точке В (в этой точке ветер дул сбоку — *Д.С.*), два члена комиссии увидели, что он внезапно сошел с трека, повернулся на пол-оборота, накренился и, наконец, остановился... Председатель комиссии пришел к следующему заключению: г-н Адер был увлечен порывом ветра, чего он опасался еще до старта. Чувствуя, что его сносит с трека, он хотел выправить машину рулем, но в это время заднее колесо не находилось в контакте с почвой и не функционировало; полотняный руль, предназначенный для маневрирования аппаратом в воздухе, имел недостаточную эффективность до взлета. Безусловно, можно было подействовать на самолет, придав пропеллерам различные скорости, но г-н Адер, не обладая еще достаточным опытом, не подумал об этом. Более того, его так быстро сносило с трека, что во избежа-



"Авион-3" на почетном месте в экспозиции авиационной выставки, состоявшейся в Париже в начале нашего века.

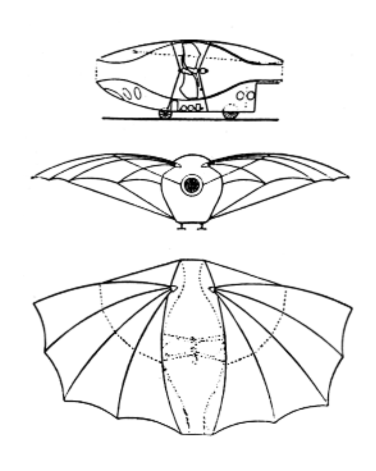
ние более опасной ситуации он решил выключить двигатели. Эта внезапная остановка вызвала поворот машины и почти опрокинула ее."[4]

У "Авиона" оказались сломанными оба винта, сильно повреждены крыло и шасси. Как следует из отчета, на результат испытания повлияли порывистый боковой ветер и неопытность конструктора как пилота. Однако даже в том случае, если бы погода была идеальной, а самолетом управлял опытнейший летчик, эксперимент все равно бы закончился аварией: неустойчивый и неуправляемый самолет не может держаться в воздухе больше нескольких секунд.

Ослепленный идеей точного копирования природы, Адер создал две курьезные машины, сложные и дорогостоящие, но абсолютно непригодные к настоящему полету. Как остроумно заметил американский ученый Самуэль Ленгли, посетивший Адера в 1899 г., "Авион-3" был больше похож на творение чудака-натуралиста, чем на результат деятельности инженера.[5]

Больше экспериментов с "Авионом-3" не проводили. Не строили и другие самолеты-"бесхвостки", спроектированные К.Адером: скоростной разведчик с бензиновым двигателем "Авион-4", двухмоторный бомбардировщик "Авион-5" и еще целый ряд запланированных конструктором военных самолетов. После аварии Военное министерство потеряло интерес к Адеру и отказалось финансировать его новые предложения. Создание военной авиации откладывалось более, чем на десять лет...

Раздосадованный Адер закрыл мастерскую и сжег "Эол". "Авион-3" сохранился до наших дней и находится в Музее авиации и космонавтики в Бурже.



Проект самолета Г.Коха.

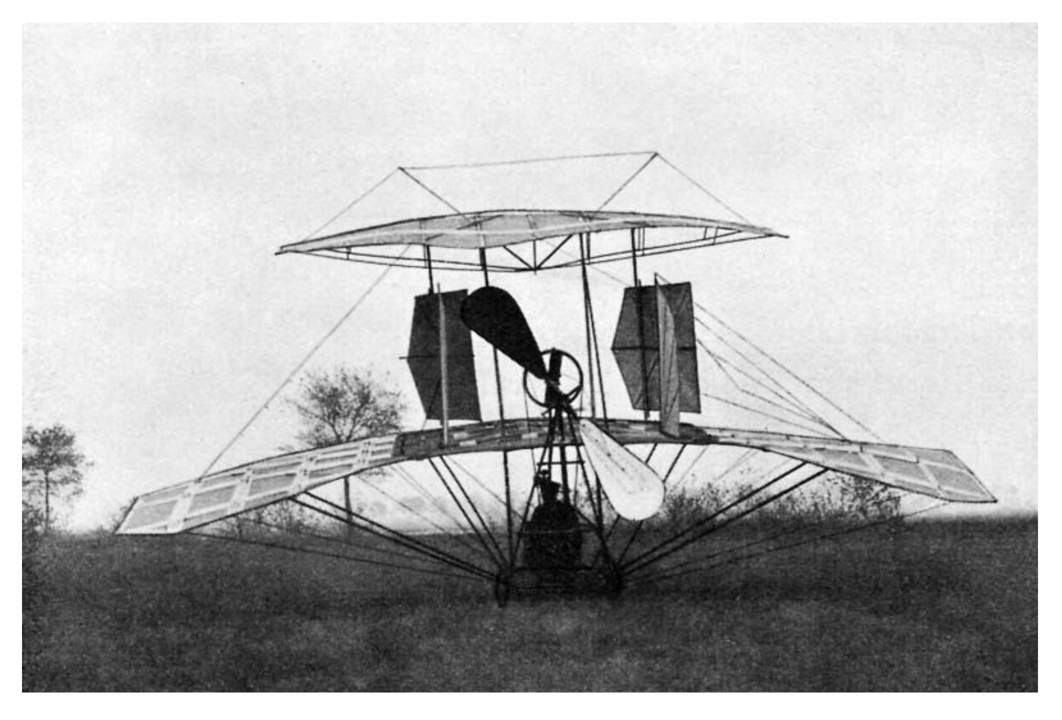
Крылья летучей мыши встречаются и в некоторых других проектах конца XIX века. Например, немецкий изобретатель Густав Кох в 1893 г. предлагал построить самолет-"бесхвостку" с паровым двигателем, внешне отдаленно напоминающий "Эол", но еще более необычный по конструкции. Кох намеревался установить пропеллер внутри круглого фюзеляжа, то есть создать нечто наподобие гибрида пылесоса и летучей мыши.

На рубеже XIX и XX вв. на смену паровой машине пришел двигатель внутреннего сгорания. Более компактный и простой в управлении, он был значительно привлекательнее для установки на самолете, чем паровая машина. Промышленное освоение двигателей внутреннего сгорания и пример их успешного применения на автомобилях стимулировали работы по самолетам, в том числе и схемы "бесхвостка".

Первый самолет-"бесхвостка" с двигателем внутреннего сгорания построил в 1903 г. 30-летний Карл Ято, житель немецкого города Ганновер. До этого он совершил несколько полетов на балансирных планерах Лилиенталя и надеялся, что без труда освоит полеты на летательном аппарате с двигателем.

Первоначально самолет Ято имел три расположенных одно над другим крыла. Верхнее, наименьшее по размерам, могло поворачиваться на некоторый угол для управления подъемом и спуском в полете. Между нижним и средним крыльями располагались четыре вертикальные поверхности. Передние могли поворачиваться и служили рулями направления; задние, неподвижные, являлись стабилизаторами направления полета. Общая площадь крыльев равнялась 48 м^2, размах наибольшего (нижнего) крыла — 8 м. Внизу на четырехколесной тележке размещался французский двигатель "Бюше" мощностью 12 л.с. С помощью ременной передачи он вращал расположенный сзади пропеллер. Летчик сидел впереди двигателя. Взлетный вес самолета составлял 235 кг.

В августе 1903 г., за несколько месяцев до полета самолета братьев Райт, Ято начал испытания своего аппарата. 18 августа ему удалось оторвать машину от земли и пролететь 18 м. Но испытания сопровождались постоянными поломками: ветер опрокидывал высокий, напоминающий этажерку самолет.



Самолет К.Ято (вид сзади).

Тогда конструктор решил снять верхнее крыло. "Нынешний аппарат, — записал он в дневнике, — катится гораздо быстрее. Из триплана получился биплан. Гораздо удобнее в обращении, особенно при ветре".[6]

Осенью 1903 г. Ято стали удаваться "подлеты" длиной до 60 м на высоте 2—3 м. Но большего достичь не удалось. Так же, как "Эол", самолет немецкого конструктора был неустойчив, почти неуправляем и, в результате, неспособен к продолжительным полетам. Именно в этом, а не в недостаточной мощности двигателя (как считал Ято), заключалась причина столь скромных результатов.

В 1906 г. в пригороде Парижа начались испытания еще одного самолета-"бесхвостки" с крылом, напоминающим по форме то ли крыло летучей мыши, то ли какого-то доисторического летающего ящера. Расходящиеся веером планки-нервюры были обтянуты полотном. Сверху крыло поддерживалось проволоками, соединенными с двумя мачтами. Снизу была прикреплена четырехколесная тележка из стальных труб, на которой находились сидение пилота и небольшой углекислотный двигатель (поршневой мотор, работающий на сжатой углекислоте) с пропеллером.

Конструктором этой машины был румын Трайян Вуйя, с 1902 г. живший в Париже. В 1903 г. он получил патент на "аэроплан-автомобиль" и вскоре приступил к осуществлению своего замысла.

Идея "летающего автомобиля" наложила заметный отпечаток на конструкцию самолета. Колеса были оборудованы резиновыми пневматиками и соединялись с тележкой с помощью рессор. Вместо рычагов управления перед летчиком был установлен руль, как на автомобиле, связанный с передними колесами. Конструкция крыла позволяла складывать его во время движения по шоссе.

Для управления самолетом в вертикальной плоскости имелся механизм изменения угла установки крыла. Кроме того, сидение летчика могло перемещаться взад и вперед на салазках для балансировки в полете. Сзади Вуйя установил руль направления, который управлялся тем же рулевым колесом, что и передние колеса тележки.



Самолет Т.Вуйя на летном поле под Парижем, 1906 г.

Сборка самолета завершилась в конце 1905 г., и в начале следующего года Вуйя приступил к рулежкам, а затем — к полетам. Летчиков-испытателей тогда не существовало, поэтому управлял самолетом сам конструктор. 18 марта 1906 г. ему удалось оторваться от земли и преодолеть по воздуху 12 м. В том же году было еще несколько прыжков-полетов, самый дальний — на 24 м. В этом "рекордном" полете Вуйя не сумел справиться с управлением и разбил самолет. В дальнейшем он построил еще два самолета, на этот раз снабдив их поворотным горизонтальным оперением, но сколь-либо заметных успехов так и не добился. Идея летающего автомобиля возродилась вновь в 30-е годы, но об этом — в одной из следующих глав.

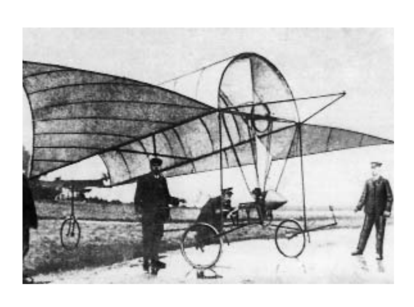
Конструкторы описанных выше "бесхвосток" не применяли каких-то специальных средств для обеспечения их устойчивости. Основываясь на примере парашюта, они наивно полагали, что достаточно расположить центр тяжести ниже крыла, и самолет сам будет выправлять случайно возникший крен, без помощи хвостового оперения. Первым, кто задумался над необходимостью специального автоматического устройства для обеспечения равновесия, был датский изобретатель Якоб Христиан Эллехаммер.

Эллехаммер родился в 1871 г. в семье корабельного плотника. В детстве он увлекся изготовлением больших воздушных змеев, способных поднимать груз. Следующим шагом стало создание пилотируемого воздушного змея с двигателем, то есть самолета.

Змей удерживает равновесие в полете за счет натяжения нитей, прикрепленных одной стороной к его углам, а другой — к центральной нити, идущей к земле. Для того, чтобы заставить устойчиво держаться в воздухе свободное крыло, Эллехаммер изобрел автомат равновесия. Сидение летчика подвешивалось к крылу таким образом, что могло колебаться в вертикальной плоскости наподобие качелей. Оно соединялось с рулем высоты, прикрепленным на шарнирах к задней части крыла. При наклоне летательного аппарата вперед или назад летчик вместе с сидением перемещался относительно крыла, это вызывало поворот руля высоты и машина возвращалась в исходное положение.

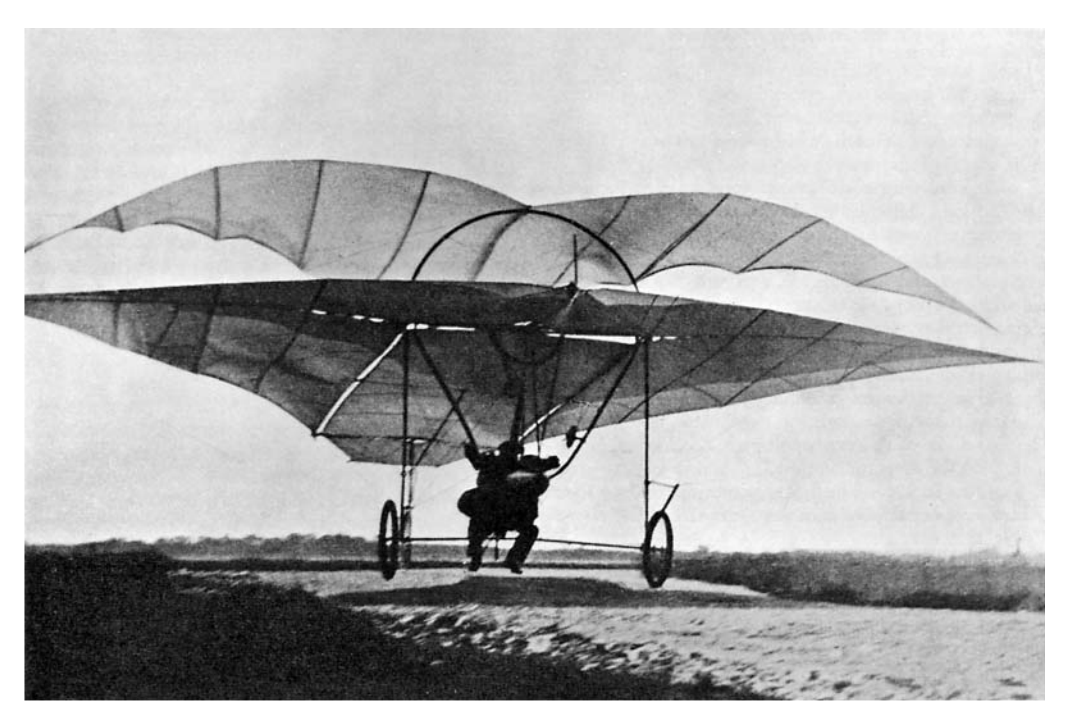
Свой первый самолет Эллехаммер построил в Копенгагене в 1905 г. Он также сконструировал для него легкий трехцилиндровый бензиновый двигатель воздушного охлаждения мощностью 9 л.с. Крыло самолета размахом 9 м напоминало по форме треугольный воздушный змей. Его центральная часть представляла собой цилиндрическую поверхность, служащую каналом для воздушного потока от пропеллера. Летчик и двигатель находились на легкой трехколесной тележке. Заднее колесо было управляемым, причем, по мысли конструктора, оно должно было также выполнять функцию руля направления в полете.

Во избежание ненужного любопытства конструктор решил проводить испытания на безлюдном островке Линдхольм в Северном море. Там он с помощью своего брата Вильгельма и кузена Ларса построил ангар для самолета. Остров был слишком мал для полетов по прямой, поэтому для экспериментов соорудили дорожку в виде кольца длиной 600 м и шириной 7 м. В центре установили десятиметровую мачту и с помощью тонкого троса соединили с ней самолет. Таким образом, аппарат должен был испытываться на привязи, как трековая модель.



Первый самолет Х.Эллехаммера.

В январе 1906 г., пробежав несколько кругов, беспилотный аппарат на несколько секунд поднялся в воздух. Однако для полета с человеком девяти лошадиных сил двигателя было явно недостаточно. Поэтому на самолете установили вдвое более мощный двигатель и винт большего диаметра.



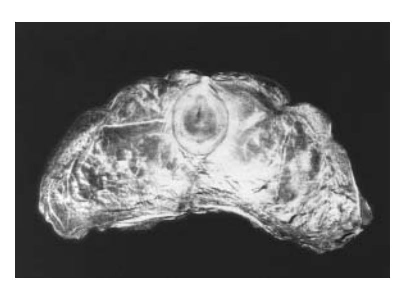
Модифицированный самолет Эллехаммера во время испытания 12 сентября 1906 г.

Одновременно Эллехаммер переделал крыло, устранив цилиндрообразный центроплан, а сверху установил дополнительную горизонтальную поверхность, напоминающую крыло чайки.

12 сентября Эллехаммеру удалось совершить полет длиной около 40 м. Это событие было зафиксировано фотографом и стало первым документально подтвержденным подъемом на самолете-"бесхвостке". Однако, как и прежде, самолет испытывался на привязи, и поэтому данное достижение не следует расценивать как настоящий полет.

В последующие годы Эллехаммер построил еще несколько самолетов. Теперь это были трипланы, с горизонтальным хвостовым оперением и без механизма для обеспечения устойчивости. Очевидно, что характеристики устройства, основанного на принципе маятника, не могли дать удовлетворительных результатов, так как вызывали бы постоянную раскачку самолета в вертикальной плоскости. Идея Эллехаммера представляет интерес только как первая попытка достижения равновесия неустойчивого самолета с помощью автоматического регулятора. Но в те годы реализовать ее на должном уровне было невозможно.

Между тем, природа давала примеры, когда устойчивый полет осуществляется не с помощью каких-то хитроумных устройств, а благодаря особой форме крыла. Наиболее ярким из них служит крылатое семя тропического растения занония макрокарпа (семейство тыквенных). Плод этого растения, созревая, раскрывается и выбрасывает семена, которые благодаря своей необычной форме могут лететь по ветру на большие расстояния. Семя имеет крылышки серповидный формы, их размер достигает 20 см. В полете их тонкая поверхность деформируется таким образом, что отведенные назад концы закручиваются относительно центральной части и создают направленную вниз аэродинамическую силу. Эта сила уравновешивает момент от подъемной силы центральной части семени, равнодействующая которой расположена вблизи передней кромки, немного позади центра тяжести. Так обеспечивается продольная балансировка и продольная устойчивость семени занонии в полете.



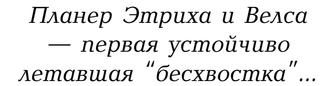
Так выглядит семя растения занония макрокарпа.

Удивительными свойствами летучего семени заинтересовался школьный учитель из Гамбурга Фредерик Альборн. После гибели Отто Лилиенталя при падении его планера в 1896 г. Альборн опубликовал брошюру, в которой отмечал устойчивость полета семени занонии и утверждал, что если бы планер имел крыло такой формы, трагедии бы не произошло.[7] Через несколько лет Альборн повторил свои выводы во время доклада в Вене, подчеркнув, что летающее семя занонии является идеальным примером планера.

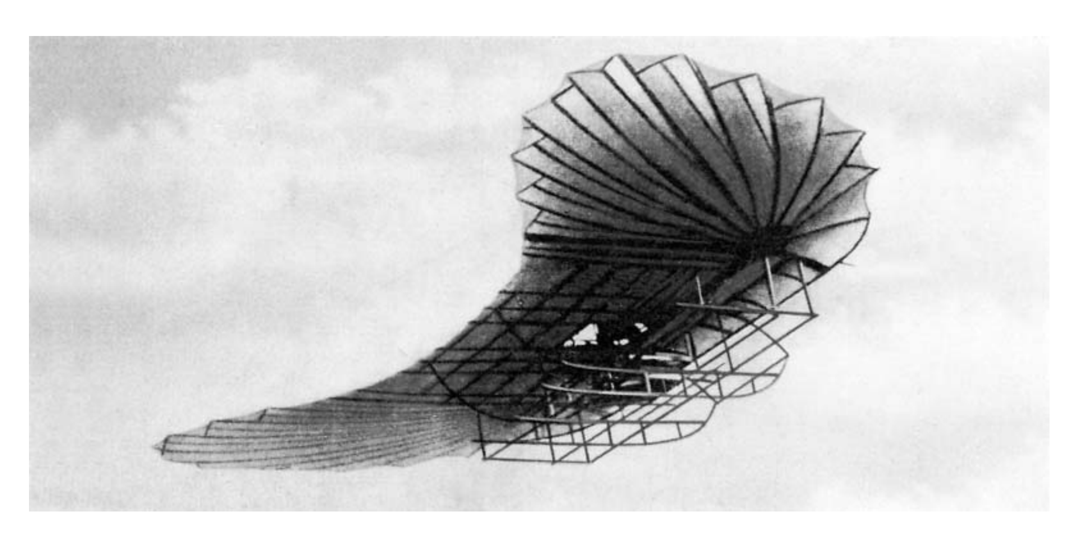
Альборн заразил своей убежденностью Иго Этриха, сына богатого австрийского промышленника Игнаца Этриха. Молодой Этрих заинтересовался авиацией под влиянием Лилиенталя и даже приобрел у него планер, но после знакомства с Альборном решил сконструировать новый, по типу семени занонии. В содружестве с другим австрийским энтузиастом авиации, Францем Велсом, он построил летательный аппарат, представляющий собой увеличенную во много раз копию крылатого семени. Его изготовили из бамбука и обтянули полотном. Необходимую крутку концов крыла обесечивали многочисленные растяжки, соединенные с двумя вертикальными стойками. Посадка должна была осуществляться на полозья, а для взлета планер устанавливали на тележку. При испытаниях аппарат скатывался по специальной дорожке, проложенной по склону холма и, набрав скорость, поднимался в воздух.

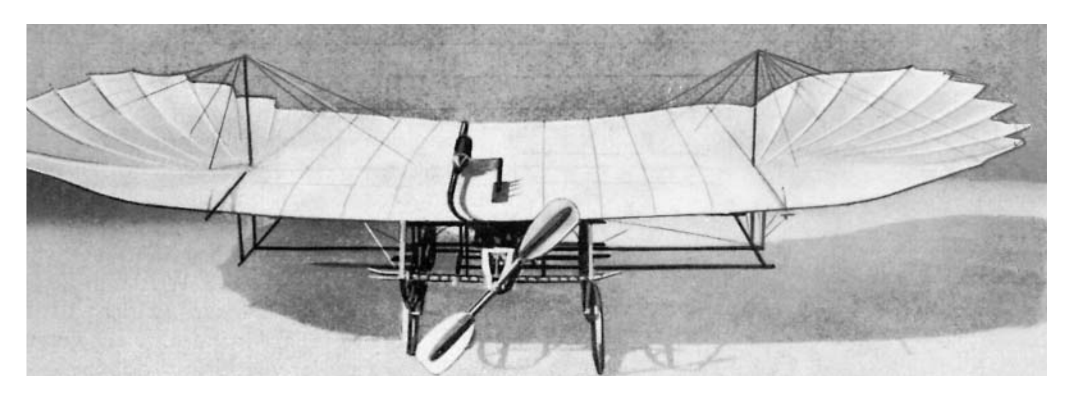
Опыты с планером, загруженным песчаным балластом, показали, что аппарат устойчиво держится в воздухе. Первый полет с человеком состоялся в октябре 1906 г. Тогда Велсу удалось пролететь расстояние более 200 м. Так как аппарат не имел органов управления, пилот должен был располагаться на планере стоя и для корректировки направления полета отклонять тело в нужную сторону. Этот опыт был первым успешным полетом летательного аппарата схемы "бесхвостка". Более того, это был первый в истории авиации пилотируемый полет на аппарате, обладающем собственной устойчивостью, то есть способным сохранять положение в полете без участия летчика.[8]

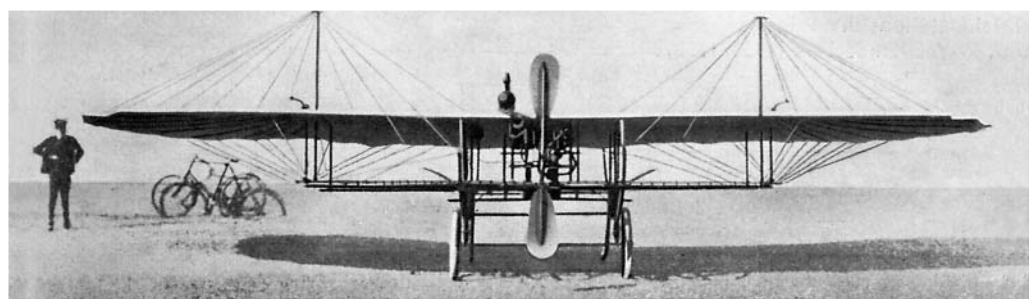
После испытания планера Этрих и Велс решили переделать его в самолет. Они установили на нем 24-сильный французский двигатель "Антуанетт", пропеллер, колесное шасси. Для управления применили перекашивание крыла, то есть искусственное изменение его крутки в полете. Однако попытка полета в 1908 г. была безуспешной — так хорошо зарекомендовавшее себя на планере крыло вдруг утратило свои волшебные свойства, и самолет стал неустойчивым. Скорее всего это произошло потому, что поток воздуха от винта деформировал гибкое крыло и оно лишалось присущей ему прежде устойчивости.



Планер Этриха и Велса — первая устойчиво летавшая "бесхвостка"...







...и его неудачный моторизованный вариант.

Тогда Этрих установил за крылом горизонтальную поверхность, напоминающую хвост голубя. Самолет так и назвали — "Таубе" ("Голубь"). В годы, предшествующие первой мировой войне, "Таубе" получил большое распространение в Австрии и Германии, с 1910 по 1914 гг. там построили свыше 500 таких машин.

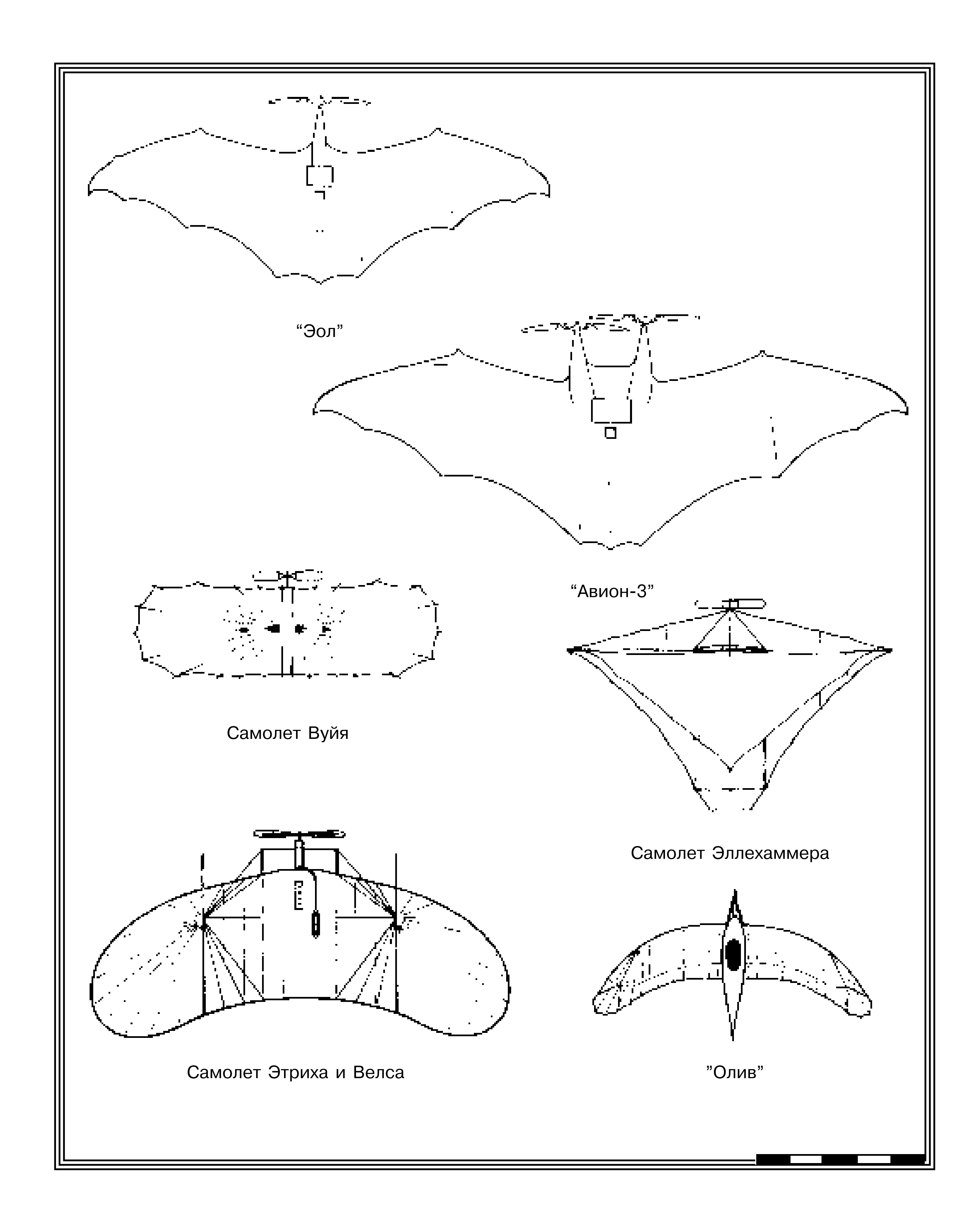
В истории науки и техники есть немало примеров, когда исследователи, идя различными путями, приходят к одинаковым результатам. Так случилось и с Джозе Вейсом. Занимаясь изучением планирующего и парящего полета птиц, он разработал принципы самобалансирующегося крыла, совпадающие с теми, которые легли в основу конструкции крыла типа "занония".

Джозе Вейс родился во Франции, но почти всю жизнь прожил в Англии. Он был художником и, рисуя морские пейзажи, подолгу наблюдал за полетами гнездящихся на прибрежных скалах птиц. Постепенно у него созрела убежденность, что проблема создания устойчивого летательного аппарата состоит только в правильном выборе формы крыла. Наилучшим Вейсу представлялось крыло с отведенными назад и закрученными вниз концами и гибкой задней кромкой — форма, подсмотренная им у птиц.

Для проверки своей теории Вейс с 1902 г. проводил опыты со свободнолетающими моделями "бесхвосток". Эксперименты обнадеживали. Дополнительную уверенность Вейсу в том, что он на правильном пути, дала встреча на международных состязаниях авиамоделистов в Париже в 1905 г. с Иго Этрихом, придерживавшимся аналогичных взглядов.

Свои идеи Д.Вейс впервые опубликовал в 1908 г. в патенте на "аэроплан с крылом как у птицы".[9] Помимо отмеченных выше особенностей крыла, Вейс предусматривал регулировку продольной балансировки в полете за счет изменения крутки концов крыла, а для выправления кренов и изменения направления полета служили подвижные поверхности на задней кромке крыла. Их одновременное отклонение обеспечивало торможение в воздухе при заходе на посадку.

В 1909 г. Вейс построил планер из бамбука и полотна с размахом крыла 8 м. По аналогии с птицей крыло имело более толстый профиль у основания, по-



“Эол”

“Авион-3”

Самолет Вуйя

Самолет Эллехаммера

Самолет Этриха и Велса

”Олив”

степенно утончающийся к концам. Оно поддерживалось подкосами, соединенными с полозьями шасси. Летчик располагался в фюзеляже и управлял планером с помощью укрепленных за крылом рулей высоты. Вейс назвал планер "Олив" в честь одной из своих дочерей (все его следующие аппараты также носили имена его многочисленных дочерей). Во время испытаний на склонах холмов в графстве Суссекс летчик Гордон Ингляндд совершил на нем планирующий спуск на расстояние 2400 м. Долгое время это был рекорд дальности безмоторного полета.

Следующим логическим шагом было создание самолета. Заручившись поддержкой фирмы Хендли Пейдж, Вейс в 1909 г. сконструировал увеличенный вариант планера с размахом крыла 10,4 м. Установленный за кабиной французский двигатель “Анзани" мощностью 12 л.с. с помощью цепной передачи вращал два пропеллера, расположенные в вырезах крыла. Взлет должен был осуществляться с отделяемой тележки, посадка — на полозья.

При переходе от планера к самолету Вейса, так же, как и Этриха с Велсом, постигла неудача. "Медж" (так назывался самолет) даже не смог оторваться от земли: мощности двигателя явно не хватало для взлета. Следующий самолет Вейса, "Элси" (1910 г.), с одним расположенным впереди пропеллером, вновь оказался неудачным. И только после установки нового двигателя и обычного хвостового оперения самолет Вейса "Сильвия", построенный в том же 1910 г., сумел подняться в воздух. Но конструкция машины оказалась непрочной, вскоре в одном из полетов произошла поломка, самолет упал и разбился.

Итак, первые попытки создания самолета-"бесхвостки" не увенчались успехом, хотя, анализируя полет объектов флоры и фауны, исследователи пришли к правильным выводам о методах создания самобалансирующегося крыла. Однако никто из них не ставил перед собой задачу создания именно самолета-"бесхвостки"; цель была другой — просто построить самолет, обладающий хорошей устойчивостью. Поэтому они не занимались длительной доводкой своих летательных аппаратов и при первых же затруднениях добавляли к крылу хвост, превращая "бесхвостку" в обычный самолет.

Источники и комментарии

1. Леонардо да Винчи. Избранные естественнонаучные произведения. М., 1955. С. 596.
2. C.Dollfus, H.Bauche. Histoire de l'aeronautics. Paris, 1932. P. 140.
3. J.Forestier. An overview of Clement Ader aeronautical achivments. (Рукопись; копия находится в архиве автора).
4. Dollfus, Bauche. P. 141.
5. Smithsonian Institute Archives. Record Unit 7003. S.P.Langley Papers. P. 4—5.
6. P.Supf. Das Buch der deutschen Fluggeschichte. Bd.1. Stuttgart, 1956. S. 255.
7. F.Ahlborn. ber die Stabilit t der Flugapparate. Hamburg, 1897.
8. Планеры Лилиенталя и самолет братьев Райт были статически неустойчивыми и человек должен был постоянно корректировать их равновесие.
9. Патент Великобритании № 17150, 14.08.1908 г.

2

СТРЕЛОКРЫЛЫЕ САМОЛЕТЫ ДЖОНА ДАННА И ЕГО ПОСЛЕДОВАТЕЛЕЙ

Неудачные испытания первых "бесхвосток", казалось бы, должны были поставить точку в развитии таких самолетов. Однако нашелся человек, который проявил больше упорства и инженерной интуиции, чем его предшественники, и доказал, что бесхвостый самолет может летать. Его звали Джон Уильям Данн.

Данн родился в Ирландии в 1875 г. Его отец был военный, дослужившийся до генерала. Сын выбрал ту же стезю. Он участвовал в войне Великобритании с бурами в Южной Африке, получил чин лейтенанта. Но болезнь сердца — последствие перенесенной в Африке малярии, поставила крест на его военной карьере. В начале 1900-х годов Данн получил инвалидность и вернулся в Англию. Вскоре он начал пробовать себя как авиаконструктор.

Интерес к авиации возник у Данна еще в юношеские годы под влиянием романов Жюля Верна. Он мечтал построить аппарат, который бы не нуждался в управлении и мог летать в любую погоду. Масло в огонь подлило знакомство в 1902 г. с другим великим фантастом, Гебертом Уэлсом, описавшим применение самолетов в будущем в романе "Когда спящий проснется" (1899 г.).

Данн считал, что самолет должен быть таким же устойчивым в воздухе, как лодка на воде. Этого, по его мнению, можно добиться с помощью особой формы крыла. Разработанное в соответствии с его теорией стреловидное самобалансирующееся крыло в отличие от крыла типа "занония" имело четко выраженную стреловидность, прямолинейные очертания, жесткую заднюю кромку. Продольная балансировка достигалась не отгибом концов вверх, как у семени занонии, а равномерным уменьшением угла установки профилей постоянной хорды вдоль размаха крыла (так называемая "отрицательная геометрическая крутка"). Большая стреловидность должна была обеспечивать хорошую путевую устойчивость.

Принципиальное отличие конструкторской деятельности Данна от работ Адера, Этриха и Вейса заключалось в том, что его предшественники при создании первых "бесхвосток" лишь копировали природу, Данн же подошел к решению проблемы как инженер. Отсюда — строгие геометрические формы крыла, ясное понимание условий продольной устойчивости и балансировки. Он также учитывал вопросы динамической устойчивости самолета, справедливо отмечая, что стреловидность крыла способствует демпфированию продольных колебаний.[1]

Опыты с простейшими бумажными моделями доказали устойчивость разработанной Данном конструкции. Можно было приступать к созданию пилотируемого аппарата. Случай представился в 1906 г., когда Данн поступил на службу на Государственный воздухоплавательный завод в Фарнборо. Ему уда-



Планер Д.Данна D.1 перед полетом. Для старта он был установлен на отделяемую в воздухе тележку.

лось заинтересовать своими идеями руководителя этого предприятия капитана Каппера, и тот через Военного министра добился финансирования проектов Данна. Первым шагом должно было стать создание пилотируемого планера. В случае успешных полетов на нем намечалось установить двигатель.

Планер D.1, строительство которого началось в 1907 г., представлял собой деревянный биплан со стреловидными крыльям. Фюзеляжа не было, летчик располагался на нижнем крыле. Аппарат не имел ни киля, ни руля направления, все управление осуществлялось с помощью особых поверхностей на крыле. Они могли отклоняться одновременно в одну сторону, действуя как рули высоты, или в разные стороны, для выравнивания кренов и поворотов в горизонтальной плоскости. Такие комбинированные рули, получившие позднее название элевоны, стали непременной особенностью всех будущих "бесхвосток".[2] Планер стартовал, разбегаясь со склона на отделяемой тележке, а приземляться должен был на выступающие под крылом полозья.

Так как конечной целью являлось создание военного самолета, работы тщательно засекретили. Конструктор собственноручно собирал планер в специальном охраняемом ангаре. Для испытаний была выбрана безлюдная местность в 800 км к северу от Фарнборо. Планер покрыли камуфляжной окраской, изрисовав темную матерчатую поверхность крыльев белыми полосами, создающими на большом расстоянии искаженное представление о форме летательного аппарата.

Первая и единственная попытка полета состоялась летом 1907 г. Испытать планер вызвался сам капитан Каппер, не имевший никакого опыта пилотирования. После разбега под уклон аппарат взмыл в воздух. В течение 8 секунд он устойчиво планировал, однако затем, подхваченный нисходящим порывом ветра, резко снизился, задел крылом за препятствие и упал. Высота была небольшой, поэтому Каппер не пострадал.

Несмотря на аварию, военные сочли первый опыт в целом удовлетворительным и спешно занялись переделкой отремонтированного планера в самолет — D.1B. За сидением летчика установили два французских двигателя "Бюше" с общим валом, развивавшие вместе мощность 12 л.с. С помощью

ременной передачи вращение вала передавалось на два расположенных за крылом пропеллера. Для разбега на пологом склоне холма на некоторой высоте от земли соорудили деревянный настил. Работы велись в спешке, так как уже наступила осень, а испытания хотели провести до первого снега.

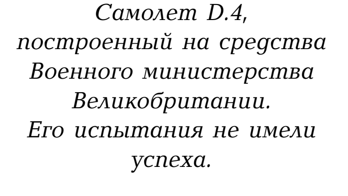
Принятые меры секретности не смогли уберечь эксперименты от глаз любопытствующих. Английский журнал "Аутомотор" 5 октября сообщал: "В лагере на Шотландском плоскогорье около Глен Тилта продолжаются работы по самолету, созданному небольшой специальной группой британской армии. ...Обстановка секретности, которой окружены эти работы, привлекла внимание иностранных шпионов, и несколько человек, заподозренных в шпионаже, были задержаны поблизости от места испытаний. У них обнаружены подзорные трубы и длиннофокусные фотоаппараты".

Подготовка к полетам закончилась к ноябрю 1907 г. Чтобы корректировать движение самолета в начале разбега, к крыльям привязали канаты, которые должны были удерживать бегущие рядом члены испытательной группы. Когда запустили двигатели, самолет стал разгоняться под уклон так быстро, что один из помощников не смог удержать канат, тележка шасси соскочила с настила, аппарат перевернулся и был сильно поврежден.

В 1908 г. Данн с помощью сотрудников завода в Фарнборо построил самолет D.4 с более мощным двигателем и обычным колесным шасси вместо отделяемой тележки. Чтобы избежать неприятностей при разбеге решили, что самолет будет взлетать с горизонтальной поверхности.

На D.4 использовали крыло от D.1 площадью 47 м^2. На его концах для большей устойчивости в полете установили вертикальные поверхности, как на французских "Фарманах" и "Вуазенах". Вместо маломощных "Бюше" машину снабдили семицилиндровым 30-сильным двигателем REP, деревянные воздушные винты заменили стальными. По сравнению с D.1 самолет заметно потяжелел, его взлетный вес составил около 500 кг.

Чтобы испытатели самолета могли приобрести опыт пилотирования, Данн сконструировал учебный планер-"бесхвостку" D.3 со стреловидным крылом. Летом 1908 г. группа офицеров-воздухоплавателей выехала на прежнее место испытаний, чтобы поупражняться в коротких планирующих полетах. Времени для этого у них оказалось предостаточно, так как дата испытания D.4 постоянно откладывалась из-за хронических поломок в двигателе. К тому же, вместо обещанных изготовителем 30 л.с. REP развивал не более 25 л.с.



Самолет D.4, построенный на средства Военного министерства Великобритании. Его испытания не имели успеха.





D.5 — первый хорошо летавший самолет схемы "бесхвостка".

Испытания начались в ноябре 1908 г. Управлял самолетом лейтенант Гиббс, наиболее преуспевший в полетах на планере. Из-за недостатка мощности машина никак не хотела отрываться от земли. Только 4 декабря пилоту удалось поднять D.4 в воздух и пролететь около 10 м. Затем было еще несколько подлетов, наиболее удачный — 10 декабря. После разбега длиной 360 м [!] самолет смог пролететь 36 м. Реалистически оценивая эти результаты, Данн писал, что D.4 "скорее "прыгун", чем самолет".[3]

После малоудачных испытаний D.4 Военное министерство прекратило сотрудничество с Данном. За два года на опыты было израсходовано 2500 фунтов стерлингов, и военные решили больше не тратить деньги впустую. Данну предложили покинуть завод, подарив в качестве "выходного пособия" его последний самолет.

На этом авиаконструкторская карьера Данна могла бы закончиться, если бы его не поддержал богатый владелец расположенного неподалеку от места испытаний поместья Блэр Этхолл. С его помощью в 1910 г. Данн основал в Лондоне фирму Блэр Этхолл Эрплейн. В том же году к конструктору впервые пришел успех благодаря его новому самолету D.5.

Эта машина была значительно совершеннее прежних. Сохранив ту же форму и конструкцию крыла со стреловидностью 30^0, Данн установил на самолете значительно более мощный двигатель, увеличил диаметр винтов, усовершенствовал трансмиссию. Самолет стал двухместным. Двигатель, летчик и пассажир располагались в закрытой с боков гондоле. Сзади к ней крепилась ферменная конструкция, несущая два винта, соединенных с двигателем с помощью цепной передачи. Вместо неуклюжей четырехколесной тележки конструктор применил трехколесное шасси с хвостовой опорой и дополнительными "страховочными" полозьями на концах крыла.

Как и прежде, управление самолетом осуществлялось элевонами на концах верхнего крыла. Каждый из них был связан со своим рычагом в кабине. Для изменения высоты полета летчик отклонял оба рычага в одну сторону, для накренения и поворота — в разные. Характерно, что рычаги могли жестко фиксироваться в любом положении. Это показывает, насколько Данн рассчитывал на собственную устойчивость самолета.

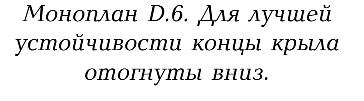
Изготовить самолет поручили недавно образованной авиастроительной фирме Шорт. На этот раз Данн решил сам испытать свое детище. В марте 1910 г. D.5 впервые поднялся в воздух, а 27 мая Данн совершил на нем полет дальностью более 3 км. Это был первый в истории авиации полет самолета схемы "бесхвостка".

Вот что писал по этому поводу английский журнал "Флайт": "Одним из самых значительных среди недавних событий ... является достижение лейтенанта Д.У.Данна. В районе Истчарча (о.Шеппи) он совершил на машине собственной конструкции полет на расстояние 2 1/4 мили. Самолет показал себя настолько устойчивым, что не было никакой необходимости притрагиваться к рычагам управления, ими пользовались только, если требовалось изменить курс. Не вызывает сомнения, что этот полет знаменует собой начало важного периода в развитии самолета..."[4]

Сведения о необычном самолете, который может летать без участия летчика, стали появляться и на страницах журналов других стран. В российском "Вестнике воздухоплавания" отмечалось: "Теперь можно сказать, что проблема абсолютной устойчивости аппаратов значительно ближе к разрешению. Лейтенант Дюнн (так в тексте журнала — *Д.С.*), много лет работавший над ее разрешением, наконец сконструировал аппарат, который совершил ряд удачных полетов. Недавно Дюнн, поднявшись на 60 фут. при небольшом ветре после разбега на 40 ярд., поддерживал еще на некотором расстоянии достигнутую высоту и затем, оставив рули, целиком предоставил аппарат своей судьбе. Аэроплан спокойно продолжал свой путь, отложив в воздухе еще две мили."[5]

Данн надеялся, что военные заинтересуются использованием самолета в качестве разведчика, так как благодаря отличной устойчивости летчик-наблюдатель мог отвлечься от управления и сделать записи увиденного. Эту возможность он продемонстрировал в декабре 1910 г. перед авторитетной комиссией, в состав которой входил знаменитый Орвилл Райт. В отчете комиссии сказано: "Во втором полете, продолжительностью 2 минуты 29 секунд, мистер Данн делал заметки на листе бумаги... Бумага была не жесткая и требовалось использовать обе руки для того, чтобы делать эти заметки карандашом, что показывает, что обе руки были сняты с рычагов управления на время, необходимое, чтобы сделать записи во время полета. При снижении после выключения двигателя мистер Данн поднял обе руки в воздух и продолжал держать руки в том же положении во время посадки".[6]

Для того, чтобы улучшить обзор вниз, Данн в 1911—1912 гг. сконструировал ряд монопланов с крылом, расположенным над головой летчика (схема "парасоль"). Крыло сохраняло ту же стреловидную форму, однако концы были отогнуты вниз для лучшей путевой устойчивости. Другое отличие заключалось в том, что наряду с отрицательной круткой крыла Данн предусмотрел изменение кривизны профиля по размаху (это называется "аэродинамическая крутка крыла"). Этим конструктор стремился достичь еще большей про-





Моноплан D.6. Для лучшей устойчивости концы крыла отогнуты вниз.



Взлет самолета D.8. Его успешные полеты вызвали появление аналогичных машин во Франции и в США.

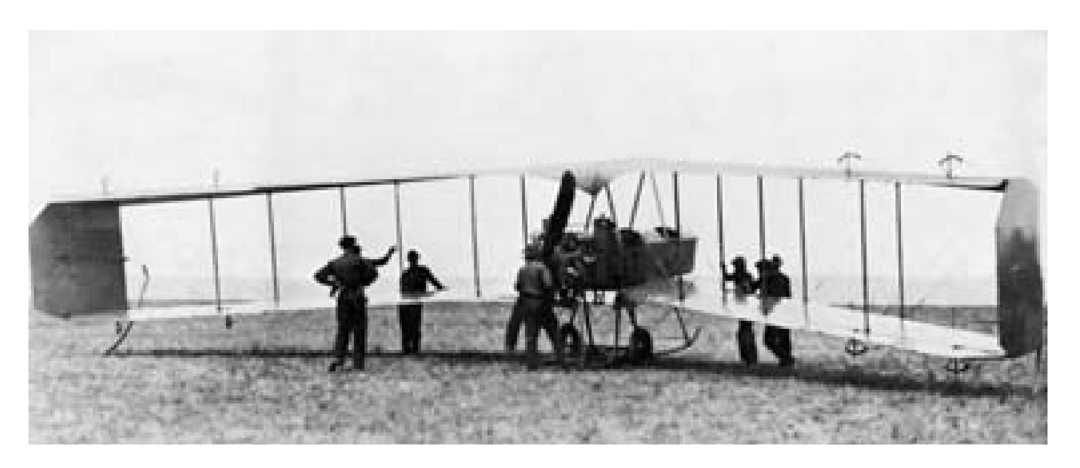
дольной устойчивости. Ради простоты и экономии веса Данн отказался от гондолы для пилота и применил один толкающий винт, надетый непосредственно на вал двигателя. Полностью изменилась конструкция шасси.

Первым из семейства бесхвостых монопланов Данна стал одноместный D.6 с тем же двигателем водяного охлаждения английской фирмы Грин, что и у D.5. На D.7 установили более легкий французский ротативный двигатель "Гном" мощностью 50 л.с. и на 3 м^2 уменьшили площадь крыла. Во время испытаний в июне 1911 г. он достиг скорости почти 100 км/ч, что по тем временам считалось совсем неплохим результатом. В 1912 г. состоялись испытания двухместного моноплана D.7bis с новым "Гномом" мощностью 70 л.с.

Монопланы Данна летали в целом неплохо, хотя из-за стреловидности крыла и сложного шасси были явно перетяжелены: взлетный вес самого легкого из них, D.7, равнялся 640 кг. В начале 1912 г. на D.7 конструктор вновь продемонстрировал возможность полета без вмешательства летчика. Этот самолет, снабженный табличкой с надписью "Автоматический безопасный самолет Данна", был показан на авиационной выставке в Англии. Однако заказов на него не последовало, так как Военное министерство Великобритании из-за частых случаев поломки крыльев монопланов решило принимать на вооружение только бипланы.

Тогда Данн вновь занялся бипланами. Появившийся в 1912 г. D.8 стал лучшим из его самолетов. Внешне он очень напоминал D.5, но имел только один винт. Двигатель — "Гном", 50 л.с. Крыло сочетало геометрическую и аэродинамическую крутку по размаху. Площадь элевонов возросла, к тому же теперь они располагались и на верхнем, и на нижнем крыле. Система управления осталась той же, правда конструктор на всякий случай установил вторую пару рычагов рядом с местом пассажира. Шасси — с ферменной опорой впереди основных колес, предотвращающей капотирование самолета.

Как и прежние машины Данна, D.8 изготовила фирма Шорт. Взлетный вес самолета равнялся 860 кг, максимальная скорость полета — 90 км/ч. Надежный двигатель позволял ему уверенно держаться в воздухе, а увеличенная площадь рулевых поверхностей облегчила управление. На самолете летали мно-



Самолет фирмы Берджес, построенный для армиии США. Вместо обычного для "бесхвосток" С.Берджеса поплавка он имел колесное шасси.

гие английские летчики. Благодаря высокой устойчивости D.8 на нем научился летать даже инвалид — однорукий капитан А.Карден. В июне 1912 г. в Королевском аэроклубе он сдал на этом самолете экзамен на звание пилота.

В том же 1912 г. второй экземпляр D.8 с двигателем "Гном" мощностью 80 л.с. прошел испытания по программе Военного министерства, после чего последовал заказ на два таких самолета для английского авиационного корпуса. Еще один D.8, с двигателем "Грин" мощностью 60 л.с., был построен в 1913 г.

Вскоре к самолету начали проявлять интерес за рубежом. Один экземпляр решила приобрести фирма Ньюпор. 11—12 августа 1913 г. французский летчик Феликс перелетел на D.8 из Англии во Францию. Там во время авиационных состязаний Феликс для демонстрации превосходной устойчивости самолета на глазах у изумленных зрителей во время полета вылез из кабины и прошелся по крылу ни кем не управляемой машины. В том же году на авиационной выставке в Париже был показан вариант этого самолета, построенный фирмой Ньюпор.

Другим зарубежным партнером Данна стал американский предприниматель и строитель скоростных яхт С.Берджес. В 1913 г., заинтригованный уникальными свойствами бесхвостых бипланов Данна, он приобрел лицензию на право производства таких самолетов в США. Берджес доработал D.8, упростив конструкцию, уменьшив ее вес и установив более мощный двигатель. Кроме этого, имея дело с яхтсменами, он заменил колесное шасси большим поплавком, решив сделать из самолета своего рода летающую яхту.

Первый гидросамолет Берджес-Данн АН-7 был построен в январе 1914 г. Из-за недостаточного запаса прочности самолет сломался во время попытки взлета с воды. После ремонта и усиления конструкции Клиффорд Вебстер 4 марта 1914 г. выполнил на нем первый успешный полет. Двигатель "Кертисс" мощностью 100 л.с. позволил заметно улучшить летные характеристики машины по сравнению с прототипом. В 1915 г. лейтенант Патрик Белленжде установил на этом самолете новый американский рекорд высоты для гидросамолетов — 3300 м.

Тем не менее, англо-американская "бесхвостка" не нашла в США рынка сбыта. Военные заказали только 3 самолета, один из них — на колесном шасси и два — на поплавках. Еще один самолет приобрело за 5000 долларов канадское правительство. Несколько машин удалось продать частным лицам, но после вступления США в первую мировую войну заказы больше не поступали. Финальную точку поставил пожар, уничтоживший мастерские фирмы Берджес.[7]

В те дни, когда С.Берджес пытался завоевать американский рынок, Д.Данн уже отошел от авиаконструкторской работы. После перенесенного

воспаления легких состояние его здоровья ухудшилось и он был вынужден отказаться от любимого дела.

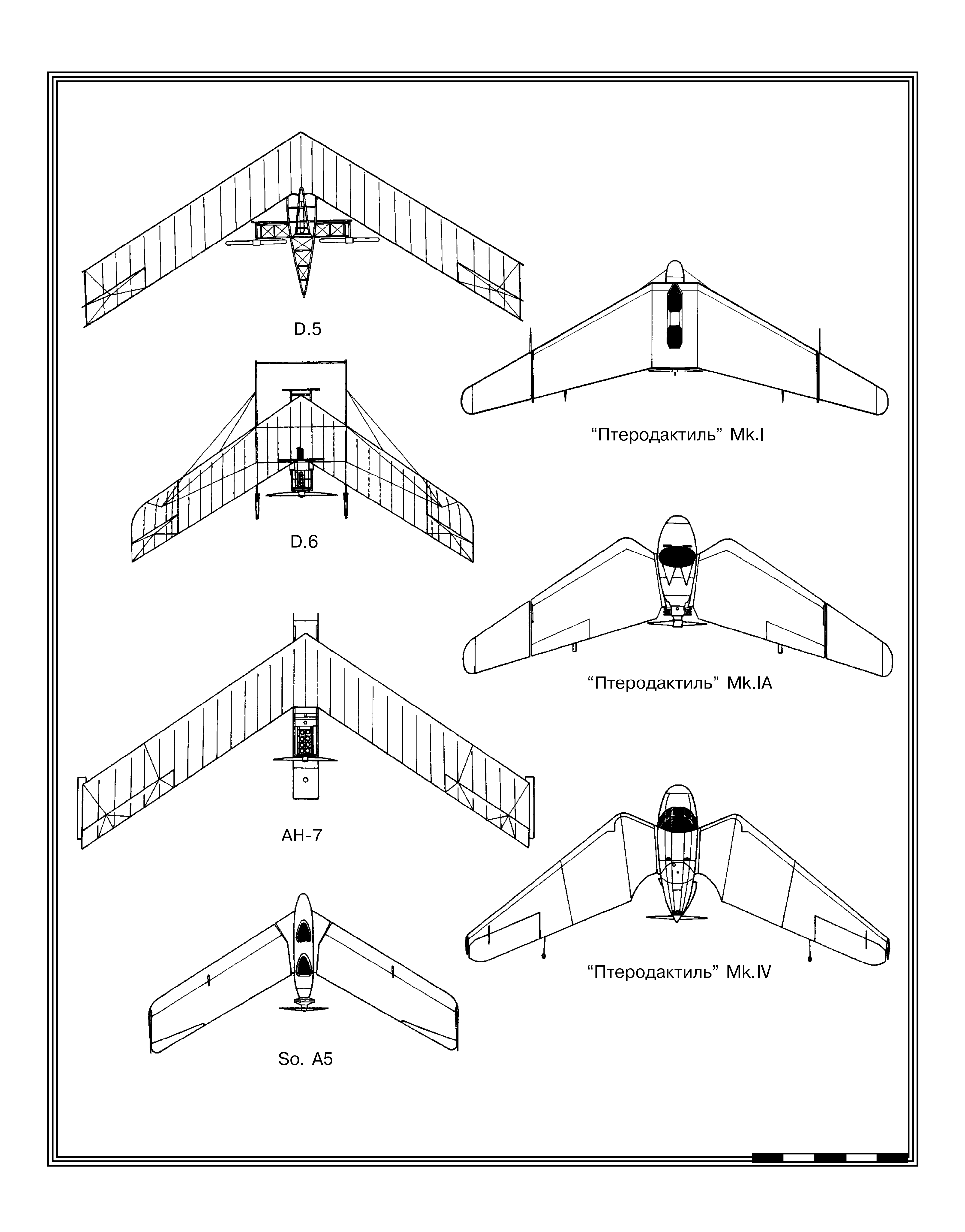
Самолеты Данна были первыми летающими "бесхвостками". Несмотря на отличную устойчивость, они не были популярны и не нашли широкого применения. Причина заключается в их очень плохой маневренности. Некоторые из современников даже характеризовали самолеты Данна как "неуправляемые".[8] Стремясь создать очень устойчивый самолет, летающий почти без участия летчика, Данн увлекся круткой и стреловидностью крыла и не смог найти оптимального соотношения между устойчивостью и управляемостью. Очень большой запас статической устойчивости, обусловленный значительной стреловидностью крыла, позволял хорошо лететь по прямой, но на отклонение органов управления самолет реагировал слишком вяло. Управляемость затруднялась также из-за большой инерционности этих тяжелых самолетов и отсутствия на них рулей направления.[9]

Тем не менее вклад Д.Данна в развитие самолетов схемы "бесхвостка" очень велик. Он был первым, кто разработал теорию самобалансирующегося стреловидного крыла и на ее основе создал аппараты, способные летать без горизонтального оперения. Такие особенности самолетов Данна, как стреловидное крыло прямолинейных очертаний, сочетание аэродинамической и геометрической крутки крыла, управление с помощью элевонов, легли в основу многих будущих "бесхвосток".

Говоря о самолетах Данна, нельзя не упомянуть имя русского изобретателя Сергея Сергеевича Неждановского. Еще в 1898 г. он разработал схему самобалансирующегося крыла, очень напоминающую крылья "бесхвосток" английского конструктора. В то время Неждановский занимался изучением устойчивости полета воздушных змеев. С помощью зажженного на земле фитиля, закрепленного недалеко от основания змея, экспериментатор пережигал нить, и змей переходил в свободный полет. Для устойчивости Неждановский, так же, как и Данн, нередко применял стреловидность и отрицательную крутку крыла. На различных моделях стреловидность составляла от 30^0 до 45^0, крутка — от 4^0 до 11^0. Согласно дневниковым записям исследователя, эти модели демонстрировали хорошую устойчивость и подолгу держались в воздухе.[10] Остается лишь сожалеть, что Неждановский не опубликовал результаты своих интересных экспериментов и они стали известны только сравнительно недавно.

Однако вернемся в XX век. После первой мировой войны работы Данна по стреловидным "бесхвосткам" продолжил его соотечественник Джеффри Хилл. Он родился в 1895 г. в Лондоне в семье профессора математики. В детстве увлекся авиацией и в возрасте 18 лет вместе с братом построил планер. С тех пор вся его жизнь была посвящена авиации. После окончания Лондонского университета Джеффри ушел на войну военным летчиком, воевал во Франции на "Ньюпорах". В 1917 г. вернулся в Англию и стал испытателем на фирме Хендли Пейдж.

Именно в это время у Хилла возникло стремление создать безопасный самолет. В отличие от Данна, пытавшегося достичь этого за счет максимального повышения устойчивости летательного аппарата, он начал работать над проектом самолета, который ни на каких режимах полета не выходил бы из-под контроля летчика. Причина иного взгляда на понятие "безопасность" объясняется тем, что к концу первой мировой войны вопросы обеспечения устойчивости были, по крайней мере эмпирически, решены, тогда как потеря скорости из-за превышения допустимого угла атаки и связанный с этим штопор являлись причиной многих катастроф. В начале 20-х годов только в английских ВВС в результате этого ежегодно гибли десятки летчиков.


D.5
“Птеродактиль” Mk.I
D.6
“Птеродактиль” Mk.IA
AH-7
“Птеродактиль” Mk.IV
So. A5

Основу концепции безопасного самолета Хилла составляла необычная система управления. Понимая, что хвостовое оперение и элероны теряют эффективность, попадая в зону вихрей, образующихся за крылом на больших углах атаки, изобретатель остановил выбор на самолете схемы "бесхвостка" с "плавающими" рулевыми поверхностями в виде подвижных концов крыла. Хилл назвал их "контроллеры". Эти органы управления представляли собой элевоны, шарнирно прикрепленные к крылу таким образом, что они автоматически, независимо от угла атаки крыла, устанавливались "по потоку". Очевидно, что при такой конструкции они сохраняли работоспособность при любых положениях самолета. Для управления по курсу предусматривались вертикальные поворотные поверхности, расположенные под крылом и поэтому также не теряющие эффективность на больших углах атаки. При одновременном отклонении они работали как аэродинамические тормоза.

Идеи Хилла заинтересовали специалистов. Для начала было решено построить экспериментальный планер. Хилл собирал его во дворе своего дома. В конце 1924 г. аппарат был готов. Это был неуклюжий с виду подкосный моноплан из дерева и полотна. Крыло размахом 13,7 м имело стреловидность 32^0 по передней кромке. Так же, как на первых машинах Данна, продольная балансировка достигалась отрицательной круткой по размаху (Хилл был знаком с Данном и, по-видимому, консультировался с ним в процессе работы). Отличие заключалось в заметном сужении крыла к концам. Это было сделано для того, чтобы уменьшить хорду поворотных законцовок-элевонов. Снизу к крылу крепились вертикальные рули, сидение летчика и колесное шасси.

Уже наступила зима, но Хиллу не терпелось проверить на практике свои идеи. 13 декабря он впервые поднялся на планере в воздух. Старт осуществлялся с помощью эластичного троса, "выстреливающего" аппарат в полет. От волнения Хилл забыл отсоединить трос от планера, но, тем не менее, успешно пролетел около 150 м и благополучно приземлился. Потом было еще три полета, самый дальний — на 270 м. Перед Рождеством погода стала совсем нелетной, и эксперименты пришлось закончить.

Бесхвостый планер Хилла проявил себя как вполне устойчивый и управляемый. "Я вернулся с места испытаний планера с чувством огромного удовлетворения, что никакой доработки не требуется", — заявил конструктор на докладе в Королевском аэронавтическом обществе.[11]

В следующем году с помощью сотрудников Авиационного центра в Фарнборо (того самого, где когда-то строились "бесхвостки" Данна) Хилл переоборудовал планер в двухместный самолет. Открытое сидение летчика заменил короткий фюзеляж, обтянутый полотном. В его задней части установили двигатель воздушного охлаждения Бристоль "Черуб" мощностью 33 л.с., предоставленный Хиллу Авиационным министерством. Помимо рулей направления под крылом, на верхней поверхности крыла установили неподвижные вертикальные кили. Конструкция получилась прочная и в то же время легкая: при площади крыла 20,7 м^2 ее вес составлял всего 209 кг — вдвое меньше, чем у монопланов Данна. Этому способствовало применение конструктором очень легкой породы древесины — бальзы. За свой необычный внешний вид самолет окрестили "Птеродактиль"Mk.1, по названию доисторического бесхвостого летающего ящера.



"Птеродактиль" Mk.I в полете.

2 ноября 1925 г. Д.Хилл совершил первый полет на "Птеродактиле" с аэродрома в Фарнборо. Испытания продолжились, и к маю 1926 г. самолет выполнил 21 полет. Максимально достигнутая скорость равнялась 113 км/ч, а минимальная (скорость срыва) — всего 47 км/ч. Но даже после срыва потока



"Птеродактиль" Mk.IA. Хорошо видны внешние поворотные части крыла, служащие для управления самолетом.

самолет продолжал слушаться рулей и мог лететь на казавшихся немыслимыми ранее углах атаки: 40—45 градусов.[12]

Однако разработанная Хиллом система управления имела и недостаток. Он проявлялся в продольной динамической неустойчивости самолета при резком отклонении ручки управления. Большие и тяжелые концевые элевоны, площадь которых составляла 25% от площади крыла, раскачивали самолет. Это затрудняло пилотирование, особенно в ветреную погоду. В 1927 г. самолет, пилотируемый летчиком Л.Опеншоу, вышел из-под контроля, произошла авария. Отреставрированный "Птеродактиль" передали в лондонский Музей науки.

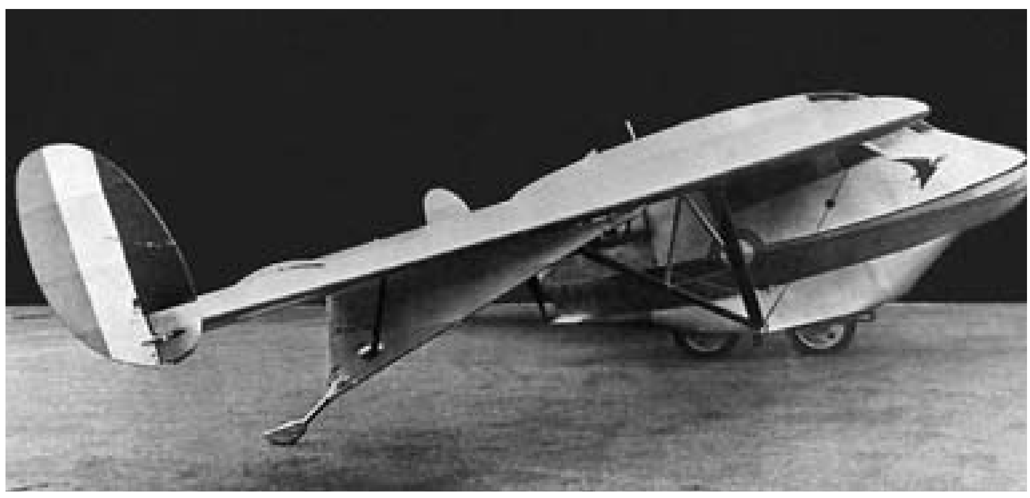
Для проверки выбранной схемы при б льших скоростях и б льших нагрузках на крыло фирма Вестланд по заказу Авиационного министерства в 1928 г. построила вариант Mk.1A с обтекаемым деревянным фюзеляжем и с шасси велосипедной схемы. Летчик и пассажир располагались теперь не один за другим, а рядом. Чтобы улучшить обзор из кабины, в корневой части крыла сделали вырез, и теперь самолет стал еще больше походить на доисторического ящера.

Изменения коснулись и системы управления: вместо килей на задней кромке крыла установили расщепляющиеся вверх-вниз горизонтальные поверхности — аэродинамические тормоза. Их раскрытие вызывало увеличение аэродинамического сопротивления одного крыла по сравнению с другим, и самолет менял курс. Тормоза могли действовать и одновременно, для снижения скорости и увеличения угла планирования. Испытывал самолет летчик фирмы Вестланд Л.Паже.

В 1930 г. двигатель "Черуб" заменили на 70-сильный "Дженет". В этом варианте самолет назывался "Птеродактиль" Mk.1B. Следующая модификация, Mk.1C, отличалась усовершенствованным шасси с управляемым передним колесом и измененной подвеской колес.

В процессе указанных доработок вес самолета возрос в полтора раза, еще сильнее увеличилась нагрузка на крыло. Диапазон допустимых углов атаки по сравнению с прототипом несколько уменьшился. Но хуже всего было то, что продольная динамическая неустойчивость, вызываемая действием поворотных законцовок, существенно возросла. Путевая устойчивость и управляемость, особенно при взлете, также оставляли желать лучшего.[13]





"Птеродактиль" Mk.IV на испытаниях в Фарнборо.

В результате Хилл был вынужден отказаться от разработанной им системы управления. Следующий его самолет, Вестланд-Хилл "Птеродактиль" Mk.IV (1931 г.), имел обычные элевоны на задней кромке крыла и вертикальные кили с рулями направления на концах крыла. Аппарат сделали трехместным, с полностью закрытой кабиной. На нем стоял двигатель воздушного охлаждения "Джипси" мощностью 120 л.с. Схема шасси и форма крыла остались прежними, из-за возросшего взлетного веса площадь крыла несколько увеличили.

Основной технической "изюминкой" самолета явилось крыло изменяемой в полете стреловидности — идея, запатентованная Хиллом в 1930 г.[14] Конечно, это было сделано не для выбора оптимальной конфигурации в зависимости от скорости, как на современных сверхзвуковых самолетах. Цель была иной: поворотом крыла летчик мог изменять балансировку машины в зависимости от ее центровки и достигать этим оптимальных запаса устойчивости и усилия на ручке управления. Максимальное изменение стреловидности составляло чуть менее 5^0. Поворот крыльев осуществлялся с помощью червячной передачи от рукоятки в потолке кабины.

Испытания нового "Птеродактиля" продемонстрировали, что замена поворотных законцовок обычными элевонами устранила прежние проблемы и сделала пилотирование похожим на управление обычным самолетом. Правда и значение максимально допустимого угла атаки стало, как у обычных машин — около 20^0. В целом же самолет показал себя неплохо: он был устойчив при



Эффектно раскрашенный "Птеродактиль" во время демонстрационного полета на аэрошоу в Хендоне.

полете с брошенной ручкой управления, мог выполнять крутые виражи и даже фигуры высшего пилотажа. Его максимальная скорость была 180 км/ч, скороподъемность у земли — 230 м/мин, практический потолок — 5000 м. Как показали испытания на штопор, у Mk.IV он был возможен только при предельно задней центровке и летчик отклонением рулей легко выводил самолет из вращения.[15]

Проведение испытаний затрудняла плохая работа двигателя: из-за недостаточного притока воздуха он перегревался и недодавал мощности. Возможно именно это помешало использованию самолета в практических целях, например как туристский.

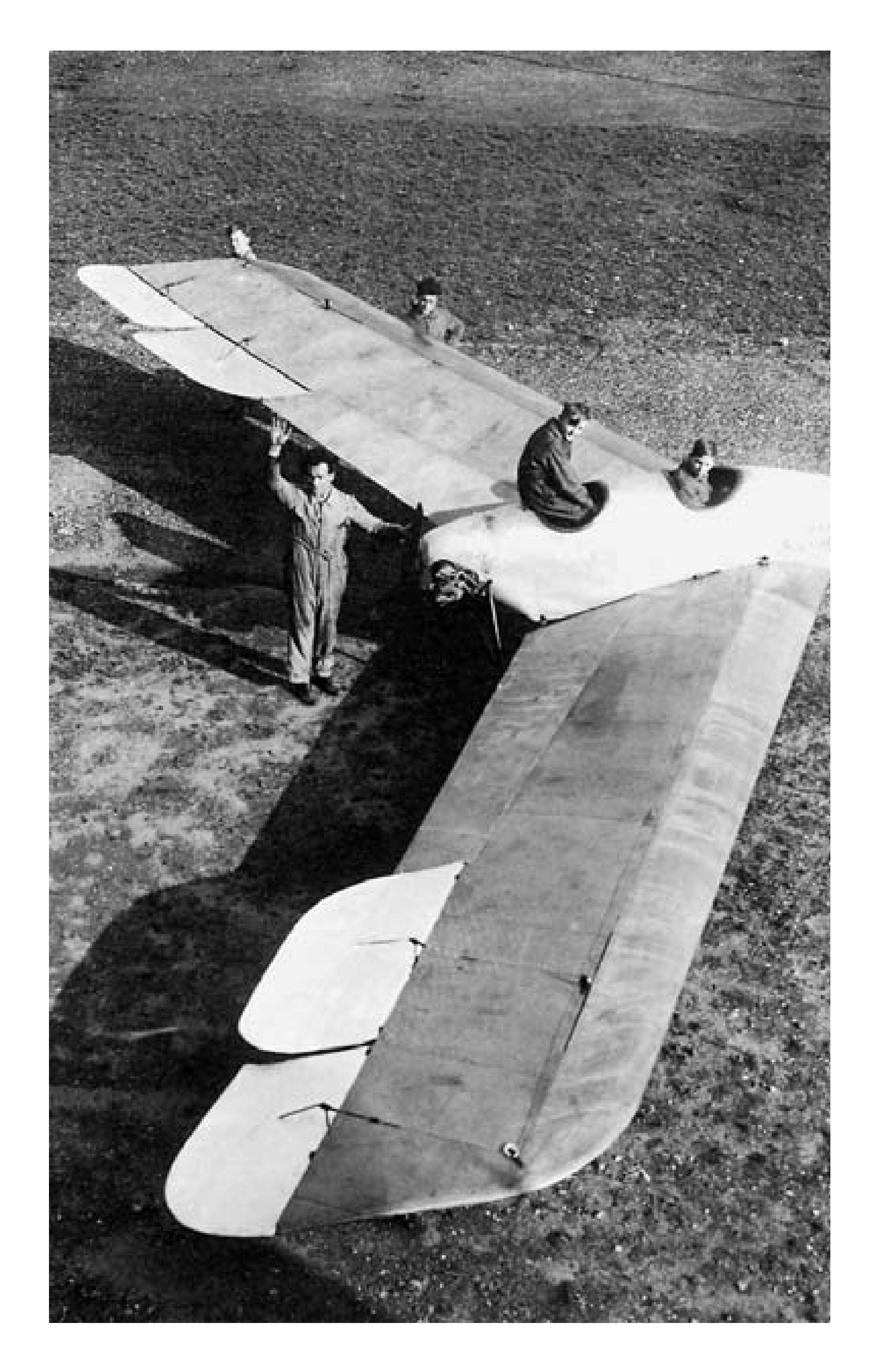
Позднее Хилл создал двухместный бесхвостый истребитель. Об этой машине и других военных "бесхвостках" будет рассказано в одной из следущих глав.

Под влиянием полетов первых "Птеродактилей" соотечественник Джеффри Хилла по фамилии Грейнджер в конце 20-х годов построил стреловидный самолет-"бесхвостку" с рулями в виде подвижных концов крыла. Он окрестил его "Археоптерикс" — так называлась птица, обитавшая на нашей планете несколько десятков миллионов лет назад. В отличие от Хилла Грейнджер установил двигатель и пропеллер перед крылом. Сведений о полетах этой машины я не нашел, но знаю, что она сохранилась до наших дней и находится в одной из частных авиационных коллекций в Англии.

Еще одним представителем "школы Данна" был Александр Зольденхофф. Он родился в Женеве в 1882 г. Художник по профессии, Зольденхофф с молодости проявлял интерес к зарождающейся авиации. Свой первый проект бесхвостого самолета со стреловидным крылом, разработанный после появления сообщений об удачных полетах "бесхвосток" Данна, он запатентовал в 1912 г.[16]

Не имея поддержки со стороны государства, Зольденхофф долгое время ограничивался испытанием моделей. Только в середине 20-х годов он собрал необходимые средства для строительства самолета. Это был одноместный бесхвостый моноплан с таким же, как на "Птеродактиле", двигателем Бристоль "Черуб" и толкающим винтом. Низкорасположенное крыло имело стреловидность около 30^0 и размах 10 м. Для продольной балансировки оно было сделано с геометрической круткой по размаху. Управление осуществлялось элевонами, киль и руль направления отсутствовали. Шасси имело необычную для того времени схему — с носовым колесом.

Испытания самолета, получившего обозначение Зольденхофф А1, проводились в Швейцарии в 1927 г. Конструктор не имел диплома пилота, поэтому



Вторая "бесхвостка"
А.Зольденхоффа — А2.



А.Зольденхофф (справа) и испытатель его машин А.Ридегер у самолета А3.

облетывал машину летчик-испытатель Эрнст Гербер. Первые два полета прошли удачно. В третьем произошла поломка в конструкции, но Герберу удалось посадить самолет.

Сочтя самолет опасным, швейцарские власти запретили полеты. Тогда Зольденхофф перенес свою авиаконструкторскую деятельность в Германию. Там, с помощью инженеров Лангута и Фридмана в 1929 г. он построил новую машину — А2. На этот раз самолет был двухместным. Его испытывал известный немецкий летчик Готтлиб Эспенлауб.

Самолет оказался неплох, и это побудило Зольденхоффа построить еще одну "бесхвостку", А3. На этот раз машина имела традиционную схему шасси с хвостовым колесом, старенький "Черуб" заменили на более мощный французский "Сальмсон" (40 л.с.). Интересной особенностью А3 были необычные органы путевого управления — небольшие расщепляющиеся кили, расположенные примерно на полуразмахе каждого крыла. Они действовали как аэродинамические тормоза, увеличивая сопротивление на том крыле, в сторону которого хотел повернуть летчик. Так как тормоза находились в плоскости, проходящей через центр тяжести самолета, их действие не нарушало продольного равновесия.

В связи с тем, что Эспенлауб занялся проектированием собственных "бесхвосток", испытания А3 проводил летчик Антон Ридегер. Первый полет состоялся 30 июля 1930 г. с аэродрома в Дюссельдорфе. Редингер хорошо отозвался о летных качествах машины, но через неделю после начала испытаний во время посадки при сильном боковом ветре самолет потерпел аварию, а летчик получил серьезную травму.

Такая же судьба постигла А4, построенный в начале 1931 г. и почти не отличавшийся от А3. Испытания проходили зимой. Подхваченный сильным боковым порывом ветра самолет опрокинулся. Редигер вновь получил ранение, на этот раз не столь серьезное.

Неудачи не обескуражили конструктора и его верного помощника-испытателя. В том же 1931 г. начались полеты пятого бесхвостого моноплана Зольденхоффа А5. Для улучшения устойчивости на концах крыла установили вертикальные кили, в остальном же конструкция почти не изменилась. После опробования самолета в воздухе Зольденхофф и Редигер решили совершить на нем показательный перелет по городам Европы. Принимая во внимание аварии предыдущих "бесхвосток" Зольденхоффа, это был, безусловно, очень рискованный замысел.

Перелет начался в сентябре 1931 г. В густом тумане, управляя самолетом лишь по показаниям простейших навигационных приборов, Редингеру чудом удалось перелететь через Альпы. Хотя намеченный маршрут так и остался неосуществленным, на А5 было выполнено несколько полетов по городам Швейцарии. В них он проявил себя как вполне устойчивая и нормально управляемая машина. Максимальная скорость самолета равнялась 210 км/ч, посадочная — 67 км/ч.

Общий налет А5 составил весьма внушительную величину — 3400 км. Это, несомненно, был самый удачный самолет Зольденхоффа. Сейчас он находится в Транспортном музее в городе Люцерн (Швейцария).

Не имея технического образования и не получая финансовой поддержки со стороны государства, Зольденхофф располагал значительно меньшими возможностями, чем Данн или Хилл. Поэтому его работы мало что дали в отношении технического развития "бесхвостки". Основное значение его самоотверженной деятельности заключается в том, что она еще раз продемонстрировала возможность создания нормально летающего бесхвостого самолета.

В 1930 г. в США появился самолет "Эрроухед", удивительно напоминавший бипланы Д.Данна. Это сходство не случайно: одним из его создателей был Д.Дэвис, пятнадцать лет назад участвовавший в производстве фирмой Берджес лицензионных самолетов Данна и, по-видимому, все еще находившийся под впечатлением их высокой устойчивости. А именно это качество и было в данном случае главным: ведь самолет создавался как "экономичный и безопасный аппарат, на котором каждый может научиться летать за короткое время и за небольшую плату". Утверждалось, что его посадочная скорость составляет всего 30 км/ч, и что самолет в принципе не может попасть в штопор.[18]

Для своего времени самолет выглядел явно устаревшим. Стреловидное бипланное крыло оканчивалось прикрепленными к стойкам вертикальными килями с рулями направления. Фюзеляж представлял собой короткую одноместную гондолу с открытой кабиной и установленным сзади трехцилиндровым двигателем воздушного охлаждения.



"Эрроухед" — попытка воплощения идей Данна и Берджеса в конструкции "массового" самолета 30-х годов.

Во время строительства самолета к нему проявлял интерес старейший американский авиаконструктор Гленн Кертисс, полагая, что "Эрроухед" сможет найти массовое применение как дешевый "самолет для каждого". Но вскоре знаменитый конструктор скончался, а других заинтересованных лиц не нашлось. После испытаний самолета во Флориде летом 1930 г. сведения о нем больше не появлялись.

"Бесхвостки" со стреловидным крылом были первыми успешно летавшими самолетами без горизонтального оперения. Стреловидность в сочетании с отрицательной круткой обеспечивала удовлетворительную продольную устойчивость и способствовала улучшению путевой устойчивости. Вместе с тем, такое крыло по сравнению с обычным имело больший вес и меньшую подъемную силу. Поэтому, наряду со стреловидными формами, существовало немало других схем самолетов без горизонтального оперения.

Источники и комментарии

1. J.Dunn. The theory of the Dunn aeroplane // RAS Journal. 1913. Vol. 17. P. 83—102.
2. Данн первым применил элевоны на самолете. Однако сама идея таких органов управления "бесхвосткой" возникла еще в прошлом веке. Впервые она встречается в проекте самолета-моноплана английского изобретателя Ричарда Харта (патент Великобритании № 1469, 21.05.1870 г.).
3. P.Walker Early aviation at Farnborough. Vol. 2. London, 1974. P. 185.
4. Flight. 18.06.1910. P. 459.
5. Вестник воздухоплавания. 1910. № 17. С. 25.
6. Report on automatic stability trails // RAS Journal. 1911. Vol. 15. P. 15.
7. Подробнее о самолетах Берджес-Данн см.: American Aviation Historical Society Journal. 1967. Vol. 12. № 4.
8. Discussion on stability // RAS Journal. 1913. Vol. 17. P. 235—244.
9. Разворот за счет крена при использовании одних только элеронов (элевонов) обычно сопровождается возникновением неблагоприятных моментов аэродинамических сил, замедляющих поворот вокруг вертикальной оси.
10. Архив Научно-мемориального музея Н.Е.Жуковского. № 2990/3. Л. 494—498.
11. G.Hill. The tailless aeroplane // RAS Journal. 1926. Vol. 30. P. 528.
12. Там же. С. 537.
13. S.Gates, D.Hirst. Some futures of the earlier Pterodactyl design // ARC Report. 1931. № 1423.
14. Патент Великобритании № 352961, 15.01.1930 г.
15. A.Stephens, I.Gohen. Spinning of Pterodactyl Mark IV // ARC Report. 1934. № 1576.
16. Патент Германии № 279895, 21.09.1912 г.
17. Schwanzloses Flugzeug Soldenhoff // Flugsport. 1931. № 25. S. 536—539.
18. C.Warren. The Arrowhead safety plane. // Southern Aviation. 1930. № 2(4). P. 13.

3

ФРАНЦУЗСКАЯ ШКОЛА В „БЕСХВОСТКОСТРОЕНИИ”

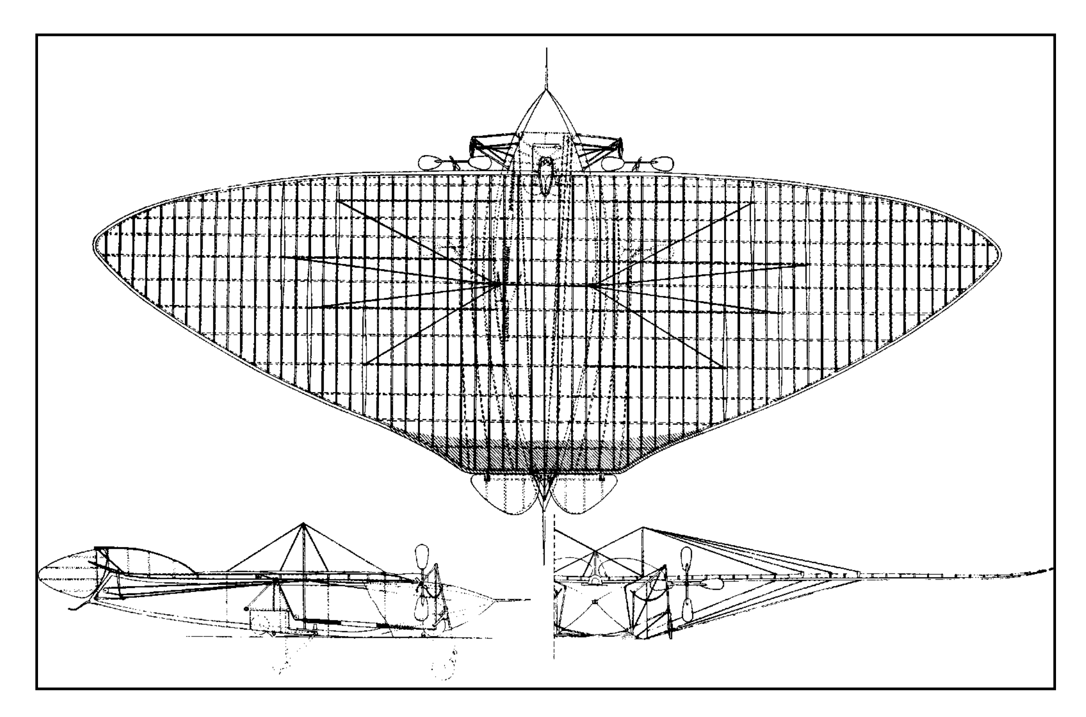
Может ли обычное нестреловидное крыло обеспечить продольную балансировку самолета без горизонтального оперения? Оказывается, да. Но для этого необходимо придать профилю особую форму, с отогнутой вверх задней частью. Эта загнутая кромка создает направленную вниз аэродинамическую силу, которая уравновешивает момент от подъемной силы, стремящейся перевести самолет в пикирование. Более того, при увеличении угла атаки фокус крыла смещается не вперед как обычно, а назад, образуя стабилизирующий момент, автоматически возвращающий самолет в исходное положение. Такой профиль получил название самоустойчивого или S-образного, так как по форме он напоминает лежащую на боку вытянутую латинскую букву S.

Первым предложил применять такой профиль для продольной балансировки самолета французский исследователь Альфонс Пено. Он родился в Париже в 1850 г. Его отец был вице-адмирал. Во флоте служил и брат. Мальчику тоже прочили карьеру военно-морского офицера. Но из-за полученной в детстве травмы — Альфонс упал и сильно повредил бедро, в военно-морскую академию его не приняли. Тогда он занялся изучением тайн полета и вскоре весьма преуспел в этом. Одним из первых он всерьез начал исследовать проблемы устойчивости летательного аппарата, строил и с успехом испытывал модели с изобретенным им же резиномотором.

В 1876 г. Пено при участии его помощника, механика Поля Гошо, разработал проект пассажирского самолета. В отличие от прежних моделей Пено этот самолет не имел горизонтального хвостового оперения. Его заменял S-образный профиль. Сзади к крылу крепились рули высоты, но самолет мог сохранять равновесие и без их помощи. "Рули высоты являются просто рулями маневренности, которые служат для спуска или подъема, устойчивое равновесие достигается <...> с помощью отгиба вверх задней части поддерживающей поверхности", — отмечалось в описании проекта.[1]

Основываясь на опыте испытания летающих моделей, Пено предусмотрел все меры для полной устойчивости самолета. Продольная устойчивость достигалась передним положением центра тяжести и специальным профилем крыла, поперечная — отгибом вверх концов крыла, путевая — вертикальным килем. Кроме рулей высоты аппарат должен был иметь руль направления, причем управление высотой и направлением полета осуществлялось одной ручкой в кабине, снабженной специальным "смесительным" механизмом, как на современных самолетах. В качестве дополнения к рулю направления Пено предусмотрел и дифференциально действующие аэродинамические тормоза в виде расщепляющихся щитков на концах крыла (на чертеже на с. 36 не показаны).

В конструкции самолета предполагалось применить множество новаторских технических идей. Крыло должно было иметь металлическую обшивку,



Чертеж самолета из патента А.Пено.

участвующую в восприятии аэродинамических нагрузок, в застекленной двухместной пилотской кабине планировалось установить разнообразные навигационные приборы: магнитный компас, барометрический указатель высоты, указатель скорости полета, указатель угла тангажа и даже автопилот, состоящий из датчиков (компас и контактный трос, подвешенный под фюзеляжем и сигнализирующий о близости земли) и электромеханизма, отклоняющего рули самолета. Четырехколесное шасси с амортизацией могло убираться в полете. Винты, вращаемые с помощью расположенного в фюзеляже-лодке двигателя, имели металлические лопасти, причем в зависимости от режима полета пилот мог изменять угол их установки.

"Ахиллесовой пятой" этого удивительного проекта было отсутствие подходящего двигателя. Предусмотренная Пено паровая машина мощностью 20—30 л.с. была, конечно, слишком слаба для полета многоместного самолета. Это вызвало критику проекта.

Разочарованный негативным отношением специалистов и угнетенный быстро ухудшающимся состоянием здоровья (в конце 1870-х годов он уже не мог передвигаться без костылей), Пено в возрасте 30 лет покончил жизнь самоубийством.

Между тем, опыты с моделями, проводимые в разных странах, подтверждали возможность устойчивого полета "бесхвостки" с нестреловидным, но особым образом спрофилированным крылом. Так, российский экспериментатор В.В.Котов, докладывая в 1896 г. о результатах своих опытов, сообщал: "Центр тяжести в самолетах должен находиться впереди центра фигуры (крыла — *Д.С.*)... В моделях самолетов—аэропланов, на коих не сделано особых рулей (горизонтального оперения — *Д.С.*), употребляется мною равносильный постановке последних "на повышение" загиб тыльного края несколько вверх по всему его протяжению или только в некоторых местах его половин симметрично, или только в средней части."[2]

Принцип самобалансирующегося крыла, предложенный А.Пено, первым воплотил в практику его соотечественник Рене Арну. Арну в течение многих

лет состоял вице-президентом Технической комиссии Французского аэроклуба и, без сомнения, был хорошо знаком с проектом Пено.

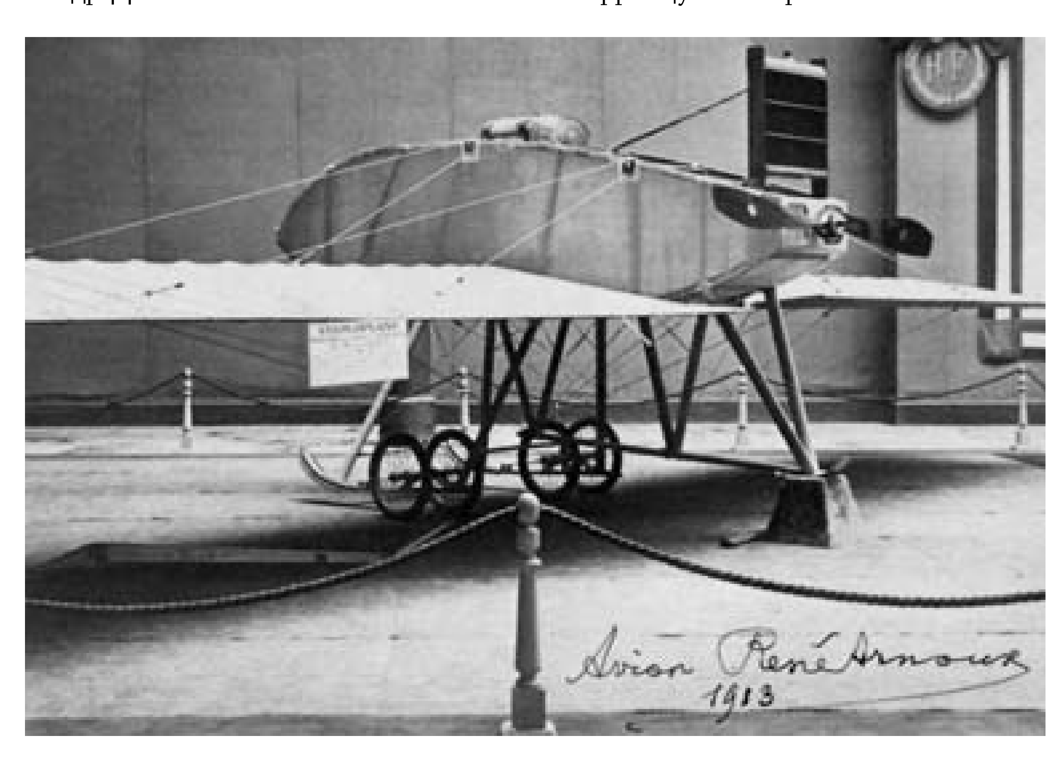
Первую "бесхвостку" Арну построили на заводе "Астра" в 1909 г. Это был биплан с прямоугольными крыльями, имеющими S-образный профиль. Он не имел аэродинамических рулей, так как Арну предполагал управлять самолетом, изменяя наклон оси винта. В кабине находился так называемый "авиационный флюгер Арну" — комбинированный прибор, показывающий скорость и скороподъемность, угол атаки и угол крена. Сведений о полетах не обнаружено.

В 1912 г. Арну создал новый самолет, на этот раз — моноплан. Его конструкция была предельно простой. Он как бы весь состоял из прямых углов. Крыло не имело ни крутки, ни сужения. Короткий прямоугольный фюзеляж заканчивался у задней кромки крыла. Впереди был установлен двигатель, за ним находилось место пилота. Шасси представляло обычную для тех лет комбинацию лыж и колес.

В отличие от биплана, моноплан Арну имел рули (элевоны). Они занимали всю заднюю кромку крыла. Для предотвращения разбалансировки при отклонении рулей вниз их перемещение ограничивалось упорами, не позволяющими нарушить S-образную форму профиля. Эта идея, изложенная Арну в докладе перед специалистами в ноябре 1912 г., нашла затем применение в конструкции других "бесхвосток". Киль находился под фюзеляжем — расположение, более подходящее для морской яхты, чем для самолета.

На Парижской авиационной выставке, проходившей в октябре 1912 г., демонстрировался еще один бесхвостый моноплан Арну — "Стабльавион", с двигателем "Шеню" мощностью 55 л.с. Он отличался низкорасположенным крылом, применением толкающего пропеллера, усиленным четырехколесным шасси и двухместной кабиной.

Самолет привлек внимание специалистов, о чем свидетельствует статья о нем в журнале "Аэрофил". Ее автором был авиационный обозреватель Александр Дюма — полный тезка знаменитого французского романиста.[3]



Арну "Стабльавион" на парижской выставке 1912 г.



Моноплан Арну с двигателем "Гном" на аэродроме под Парижем.

В 1913 г. другой моноплан Арну с ротативным двигателем "Гном" испытывался в авиационном центре в Исси-ле-Мулино. Хороших результатов добиться не удалось.

После перерыва, вызванного войной, Рене Арну продолжил работу. В качестве исходного материала для новой "бесхвостки", построенной в 1921 г., конструктор выбрал учебный биплан Кодрон С-60 с двигателем "Клерже" мощностью 130 л.с. Хвостовую часть фюзеляжа вместе с оперением отстыковали, вместо нее по бокам к укороченному фюзеляжу присоединили два киля с рулями направления. Кроме того увеличили размах нижнего крыла, а вместо хвостовой опоры (так называемого "костыля") установили небольшое колесо. И, конечно же, изменили профиль крыльев, отогнув вверх заднюю кромку. Сзади вдоль всего размаха находились элевоны. Как и на прежних конструкциях Арну, были предусмотрены ограничители их отклонения вниз.[4]

Самолет испытывался весной 1922 г. на аэродроме фирмы Фарман в Этампе. Управлял им летчик Фетю. Первые 12 полетов прошли вполне успешно. Самолет не только уверенно держался в воздухе, но и мог выполнять виражи. Однако в тринадцатом полете аппарат потерял равновесие и упал, при этом пилот получил тяжелое ранение. Ходили слухи, что в аварии виноват сам Фетю — перед полетом он, желая улучшить управляемость машины, снял ограничители отклонения элевонов.

В том же 1922 г. Арну основал авиастроительную компанию "Авиационное общество Симплекс". В качестве летчика-испытателя он пригласил французского аса Жоржа Мэдона, который в годы войны одержал в воздухе 41 победу.

Первым самолетом новоиспеченной компании был бесхвостый гоночный моноплан "Симплекс-Арну". Он предназначался для участия в воздушных гонках 1922 года на приз Дейтш де ля Мер — наиболее престижных в то вре-



Ж.Мэдон около гоночного моноплана Арну. Недостатком самолета был плохой обзор из кабины из-за расположенного впереди большого бочкообразного радиатора.

мя состязаниях на скорость полета. В создании самолета Арну помогал инженер Кармье. Двигатель водяного охлаждения мощностью 300 л.с. должен был, по расчетам, обеспечить самолету скорость 380 км/ч.[5]

"Симплекс-Арну" был выполнен целиком из дерева. Для того, чтобы свести сопротивление машины к минимуму, конструкторы применили свободнонесущее крыло с гладкой фанерной обшивкой, обтекаемый фюзеляж плавно переходил в небольшой вертикальный киль с рулем направления. Новшеством было использование симметричного профиля крыла. Такой профиль обладал небольшим коэффициентом подъемной силы, но зато создавал меньшее лобовое сопротивление. К тому же на небольших углах атаки он имел постоянное положение центра давления, что должно было способствовать устойчивости самолета. Продольная балансировка в этом случае достигалась небольшим отклонением вверх элевонов, занимавших, как и на других самолетах Арну, всю заднюю кромку крыла.

Недостатком машины был очень плохой обзор из кабины: смотреть вниз летчику мешало широкое крыло, а впереди все загораживал радиатор цилиндрической формы. Но, учитывая специфическое назначение самолета и высокое мастерство летчика, на это решили не обращать внимания.

Это было ошибкой. 24 сентября 1922 г., всего за 6 дней до начала состязаний, Мэдон, опробуя самолет, не смог правильно рассчитать посадку. От удара шасси сломалось, и машина опрокинулась. На этот раз летчик почти не пострадал, но об участии в состязаниях, конечно, не могло идти и речи.

Две тяжелые аварии за один год нанесли урон репутации конструктора. Чтобы спасти положение, в 1923 г. Арну построил еще один самолет, наподобие биплана 1921 г. Это был модифицированный под "бесхвостку" самолет Анрио HD-14 с укороченным вдвое фюзеляжем и большим килем за кабиной. Подвижные поверхности на верхнем крыле могли перемещаться только на очень небольшой угол и служили исключительно для регулировки продольной балансировки в полете, элевоны располагались на нижнем крыле.



Последняя "бесхвостка" Рене Арну.

Самолет проходил испытания, летал на нем Ж.Мэдон. Скорее всего, пробные полеты не дали положительных результатов, так как вскоре компания "Симплекс" прекратила свое существование. Мэдон покинул Арну и поступил

на военную службу. Он погиб в 1924 г. во время показательных полетов в Бизерте (Тунис), когда у его самолета на малой высоте отказал двигатель.

Гоночный "Арну-Симплекс" был не единственной "бесхвосткой", предназначавшейся для участия в состязаниях 1922 г. Два французских инженера Жорж-Мари Ландверлен и Жорж Беррер в одном из цехов фирмы Анрио строили еще более необычный самолет. По схеме он представлял собой как бы самолет Данна наоборот. Крыло имело отрицательную стреловидность, а для продольной балансировки применялась положительная крутка (угол установки профилей увеличивается к концам крыла). Благодаря такой форме появлялась возможность разделить органы управления на элероны, установленные на концах крыла вблизи поперечной оси, проходящей через центр тяжести самолета, и рули высоты у основания крыла, позади центра тяжести. Другим преимуществом этой схемы была б льшая подъемная сила крыла по сравнению с крылом обычной стреловидности, так как из условия продольного равновесия балансировочная сила на концах крыла направлена вверх. Это было весьма существенно — в крыле стоял симметричный профиль с невысоким коэффициентом подъемной силы. Аэродинамические испытания модели показали, что при углах атаки до 10^0 самолет должен обладать удовлетворительной устойчивостью.[6]

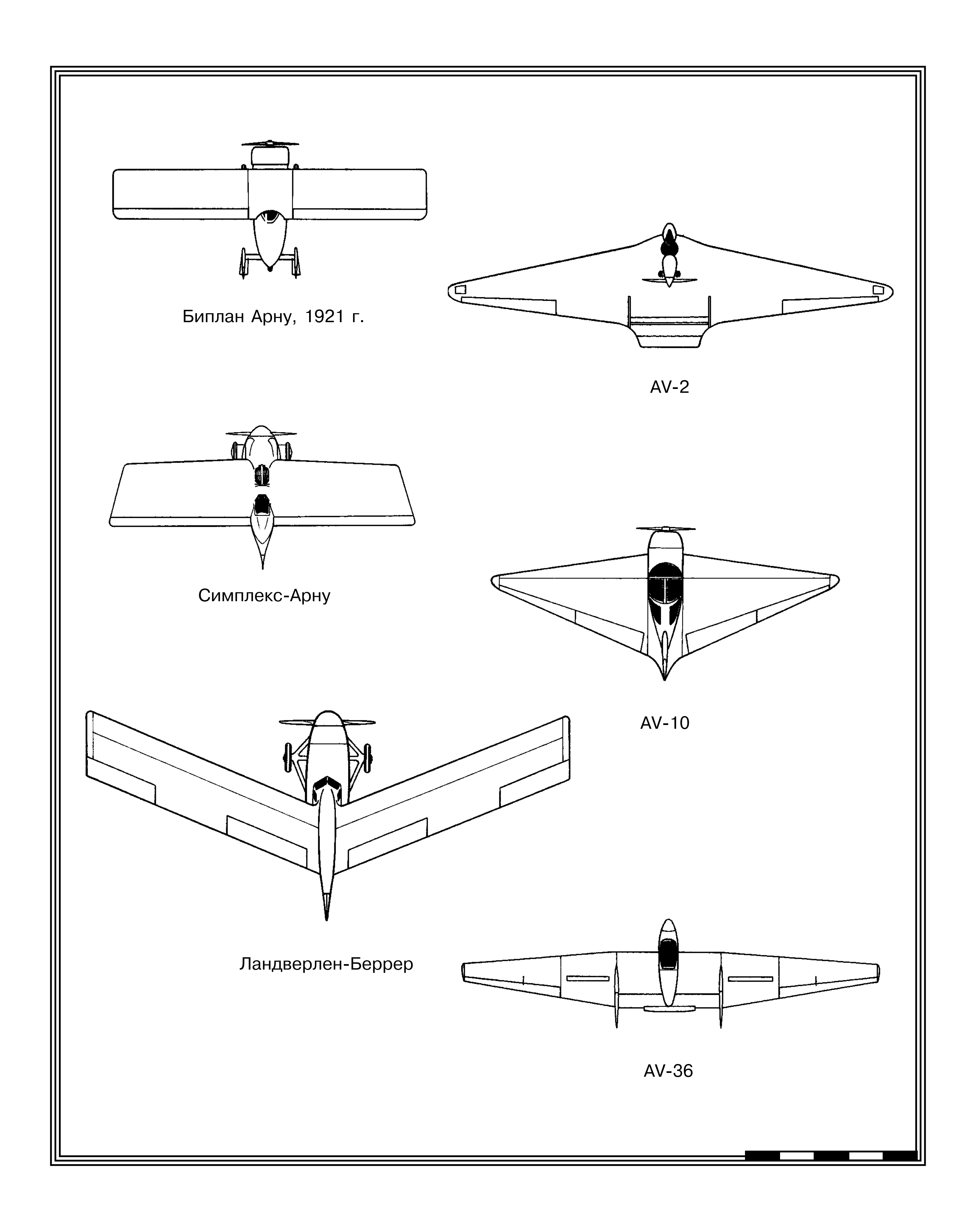
Машину оснастили чрезвычайно мощным по тем временам 700-сильным двигателем Фиат А-14. Лететь на ней вызвался известнейший французский ас Шарль Нунжессер. Но закончить самолет к началу состязаний не успели, и больше о нем в печати не упоминалось. Можно предположить, что после аварии Мэдона на "Арну-Симплекс" Ландверлен и Беррен не рискнули испытать свой самолет.

Более счастливая судьба была уготована "бесхвосткам" Шарля Фовеля. Их создатель родился во Франции в 1905 г., в 1924 г. стал военным летчиком. Вскоре он заинтересовался планеризмом и решил построить мотопланер собственной конструкции. Выбор пал на схему "бесхвостка". Сделано это было, очевидно, не без влияния Рене Арну, который консультировал Фовеля при разработке последним в 1929 г. патентной заявки на аппарат.

Из-за постоянных передислокаций части, в которой служил Фовель, осуществить задуманное удалось только в 1933 г. Свой мотопланер AV-2 летчик построил в городе Шатоpуа с помощью товарищей по истребительной эскадрильи. Так же, как "бесхвостки" Арну, AV-2 имел крыло с нестреловидной осью. Но если Арну применял на своих самолетах крыло с постоянной хордой, то Фовель предпочел сделать его сужающимся, придав крылу очертания



Мотопланер Ш.Фовеля AV-2. Из-за заметного влияния тяги винта на продольную устойчивость аппарата пилотировать его было сложно.


Биплан Арну, 1921 г.
AV-2
Симплекс-Арну
AV-10
Ландверлен-Беррер
AV-36

вытянутого в стороны ромба. S-образный профиль стоял в центральной части крыла, на концах применялся обычный профиль.

Ромбовидная форма давала целый ряд преимуществ: стреловидность передней кромки улучшала обзор из кабины, а благодаря обратной стреловидности задней кромки имелась возможность сделать раздельные руль высоты и элероны, как на самолете Ландверлена и Беррера. Кроме того, вследствие большей длины корневой хорды самолет становился менее чувствительным к изменениям центровки — недостаток, от которого страдали все самолеты конструкции Арну.[7] Крыло с большим сужением давало также выигрыш в весе по сравнению с прямым, так как равнодействующая аэродинамических сил у ромбовидного крыла находится ближе к продольной оси самолета и вызывает меньший изгибающий момент.

Основной негативной особенностью крыла с сужением является б льшая вероятность срыва потока на концах. Чтобы сделать это явление менее опасным, Фовель применил элероны необычно большой длины — в полразмаха крыла.

Для путевой устойчивости служили два киля на задней части крыла. Понимая, что из-за малого расстояния от центра тяжести эффективность обычных рулей направления за килями будет мала, Фовель решил применить вместо них аэродинамические тормоза на концах крыла. Они действовали одновременно с элеронами, что облегчало выполнение поворотов. Руль высоты состоял из двух расположенных одна за другой секций. Такая конструкция позволяла более плавно изменять кривизну задней части профиля центроплана. Над крылом на стойках конструктор установил двухцилиндровый двигатель воздушного охлаждения АВС "Скорпион".

Испытания AV-2 показали, что самолет может летать. Его максимальная скорость составляла 140 км/ч, посадочная — 40 км/ч. Однако изменение тяги воздушного винта, расположенного из конструктивных соображений на высоте более метра от крыла, существенно нарушало продольное равновесие аппарата. Поэтому в скором времени двигатель сняли, и AV-2 испытывали дальше как планер.[8]

На основе AV-2 Фовель в том же году построил планер AV-3. Он оказался очень "летучим", мог не только отлично планировать, но и парил в восходящих потоках воздуха. Конструктор и другие планеристы много летали на нем в 1933—1936 гг. над песчаными дюнами у побережья юго-западной части Франции. По их отзывам, по устойчивости и управляемости AV-3 практически не отличался от обычных планеров.

Убедившись в результативности своих конструкторских решений, Фовель решил начать промышленное производство легкомоторных самолетов-"бесхвосток". Он основал фирму и в 1935 г. выпустил двухместный самолет AV-10 с двигателем "Побджой" мощностью 75 л.с. Как и первые аппараты Фовеля, AV-10 имел деревянную конструкцию с полотняной обшивкой крыла и вертикального оперения. По форме крыло напоминало крылья AV-2 и AV-3, только размах был на 3 м меньше. Фюзеляж — как у обычных самолетов: впереди — двигатель, за ним — закрытая кабина, сзади — киль с рулем направления. Шасси — стандартного типа, с хвостовым колесом.



Лучшая французская довоенная "бесхвостка" AV—10.

Напоминая при виде сбоку "нормальный" самолет, AV-10 и летал не хуже. Об этом свидетельствует сертификат о пригодности к полетам, выданный французским летно-испытательным центром.[9] В июне 1936 г. на AV-10 был установлен мировой рекорд высоты для двухместных самолетов с двигателями объемом от 2 до 4 литров — 7162 м. Максимальная скорость полета равнялась 185 км/ч, крейсерская — 164 км/ч, посадочная — 60 км/ч, длина разбега составляла всего 55 м. Отличным высотным и взлетно-посадочным



Планер AV-36 — одна из немногих спортивных серийных "бесхвосток".

характеристикам самолета способствовала очень небольшая нагрузка на крыло — 29 кг/м^2.

Тем не менее, покупателей на самолет не нашлось. Единственный построенный AV-10 эксплуатировался до 1940 г.

После окончания второй мировой войны Ш.Фовель продолжил конструирование "бесхвосток". Наибольший успех выпал на долю планера AV-36 "Моноблок", повторявший по схеме довоенный AV-3. Созданный в 1951 г., он производился во Франции, Германии и Англии. Всего было изготовлено более 100 машин: 82 — заводской сборки и около 30 — любительской постройки. Наибольшее аэродинамическое качество планера равнялось 24, что при благоприятных условиях позволяло совершать на нем полеты дальностью до 500 км.

В чем же причины относительного успеха "бесхвосток" Шарля Фовеля? Их, как минимум, три. О двух уже говорилось: это хороший обзор и меньшая, чем на самолетах Арну, чувствительность к изменению центровки. Третья заключается в более совершенной форме профиля. К концу 20-х годов благодаря работам научного сотрудника НАКА[10] Макса Мунка в распоряжении конструкторов "бесхвосток" появились S-образные профили с улучшенными аэродинамическими и моментными характеристиками. Так, использование нового профиля М-6 давало возможность на треть увеличить максимальную подъемную силу крыла и на столько же уменьшить его сопротивление по сравнению с профилями, применяемыми на самолете "Арну-Симплекс".[11]

Источники и комментарии

1. A.Penaud, P.Gauchot. Brevet d'aeroplane // L'Aeronaute. 1877. № 10. P. 284.
2. В.В.Котов. Устройство самолетов-аэропланов // Записки Императорского Русского технического общества. 1896. № 10. С. 53.
3. A.Dumas. Le "Stablavion" R.Arnoux // L'Aerophile. 1913. № 2. P. 35—37.
4. L'avion sans queue // L'Aerophile. 1922. № 7—8. P. 98.
5. Абсолютный рекорд скорости в то время составлял 309 км/ч.
6. Бесхвостые самолеты (сборник переводов). М., 1946. С. 13.

7. Поясню это на примере. При ширине крыла 2 м изменение положения центра тяжести всего на 10 см создает относительное перемещение центровки на 5% (что вполне может привести к потере продольной устойчивости), а если длина хорды 4 м, то перебалансировка составляет только 2,5%.
8. C.Fauvel. L'avion a "aile pure" Fauvel // L'Aerophile. 1933. № 10. P. 310—312.
9. Les Ailes. 1936. № 773. P. 11.
10. НАКА (NACA, с 1958 г. NASA) — Национальный консультативный комитет по аэронавтике, аналог нашего ЦАГИ.
11. Д.А.Соболев. Анализ развития самолетов особых схем. Дисс. канд. техн. наук. М., 1981. С. 51.

4

„ПАРАБОЛЫ"И„ТРАПЕЦИИ" БОРИСА ЧЕРАНОВСКОГО



Борис Иванович Черановский.

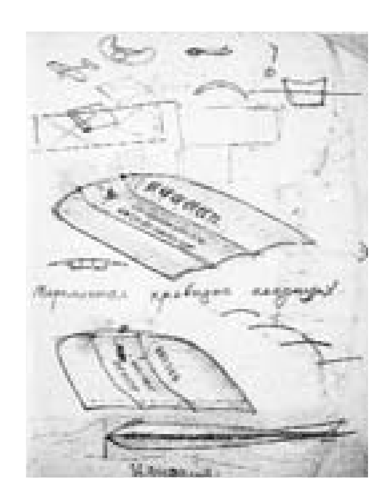
Начало работ по самолетам-"бесхвосткам" в нашей стране связано с именем Бориса Ивановича Черановского. Черановский не имел инженерного образования, по профессии он был скульптор, но, обладая врожденными конструкторскими способностями, создал немало оригинальных летательных аппаратов, в том числе — первые в мире планеры и самолеты типа "летающее крыло". Возможно, именно художественное образование и обусловило интерес Черановского к "летающему крылу" — наиболее совершенному в аэродинамическом отношении и красивому по форме летательному аппарату.

Одним из теоретических достоинств схемы "бесхвостка" является меньшее сопротивление в полете из-за отсутствия горизонтального хвостового оперения. Если устранить фюзеляж, аэродинамическое совершенство аппарата станет еще выше, он приблизится к идеальной с точки зрения аэродинамики форме, в которой нет частей, не участвующих в образовании подъемной силы. Это и есть "летающее крыло".

Первым, кто предложил разместить основные агрегаты самолета внутри крыла, был уже знакомый читателю С.С.Неждановский. Он высказал эту идею еще в 1883 г., занимаясь теоретическими изысканиями такой формы летательного аппарата, которая при наименьшем сопротивлении давала бы наибольшую подъемную силу (или, выражаясь современным языком, имела бы максимальное аэродинамическое качество). На страницах его рукописи есть рисунок крыла с расположенным внутри двигателем и запись: "Ясно, что удовлетворительное устройство летательной машины зависит от ее легкости и формы (наклонная плоскость (крыло — *Д.С.*) должна быть гладкой) и от силы двигателя".[1]

Для того, чтобы "спрятать" в крыле летчика, двигатель и грузы, оно должно быть достаточно толстым. Между тем, первые самолеты и планеры имели крылья с тонким изогнутым профилем, как у птицы. Прочность таких крыльев обеспечивали внешние силовые элементы — стойки, подкосы, растяжки. Только с появлением монопланов со свободнонесущим крылом толстого профиля идея "летающего крыла" обрела реальные перспективы.

Пионером в развитии свободнонесущих монопланов был немецкий конструктор Гуго Юнкерс. Ему же принадлежит первый в мире патент на "аппарат, не имеющий частей, не создающих подъемной силы".[2] Летчик, двигатели, горючее — все должно было находиться внутри крыла. Вместе с тем, Юнкерс не планировал устранить вместе с фюзеляжем и горизонтальное оперение, поэтому называть его проект "летающим крылом", как это часто делают зарубежные историки авиации, не вполне корректно. Скорее, его можно назвать проектом бесфюзеляжного самолета.



Проект самолета "Виталия". Рисунок из рабочей тетради Черановского.

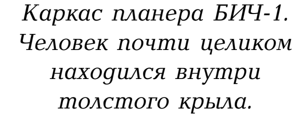
Это предыстория. Практические работы по самолетам типа "летающее крыло" начались в 20-е годы в СССР по инициативе убежденного сторонника этой схемы Б.И.Черановского.

Б.И.Черановский родился в 1896 г. на Западной Украиние в селе Павловичи. Его отец был школьным учителем. В возрасте 14 лет в Киеве Борис наблюдал полеты одного из первых русских летчиков С.И.Уточкина. Скорее всего эти юношеские впечатления и зародили в нем интерес к авиации. После окончания Киевского художественного училища Черановский вместе с братом переехал в Москву и там в 1920 г. сделал первый эскиз самолета-"летающее крыло", который назвал латинским словом "Виталия".[3]

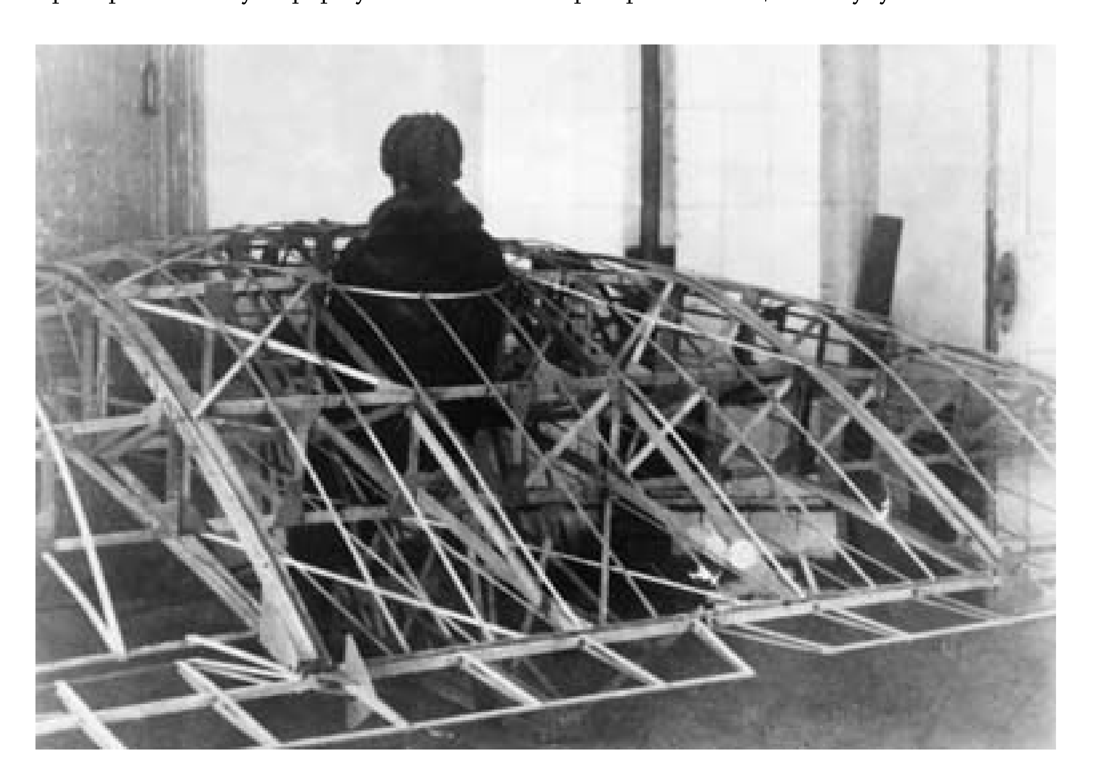
Предложенный Черановским самолет резко отличался от других "бесхвосток". Крыло, из которого, собственно, и состоял самолет, имело форму параболы, основание которой было примерно равно высоте. Выбор крыла параболической формы с малым удлинением был продиктован стремлением увеличить хорду и этим обеспечить такую высоту центральной части крыла, чтобы там уместились экипаж и пассажиры. Для продольной балансировки задняя часть крыла была отогнута вверх, как на французских "бесхвостках".

Свою идею Б.И.Черановский заявил в форме патента. В нем предлагался самолет, который "...с целью уменьшения общего веса и лобового сопротивления имеет несущую поверхность, образованную лишь из одного крыла, т.е. самолет является "бесхвостым", летающим крылом... Толщина крыла берется достаточной для того, чтобы вместить в нем моторы, баки с горючим, груз, людей и механизмы управления".[4]

В 1921 г. при Академии воздушного флота (теперь это Военно-воздушная инженерная академия им.проф.Н.Е.Жуковского) был организован планерный кружок "Парящий полет". Б.И.Черановский стал одним из его активных членов. В январе 1923 г. он начал строить там планер-"летающие крыло" БИЧ-1, уменьшенный вариант "Виталии". Крыло размахом 5,7 м представляло собой пространственную ферму из сосновых нервюр и планок, обтянутую полотном.



Каркас планера БИЧ-1. Человек почти целиком находился внутри толстого крыла.





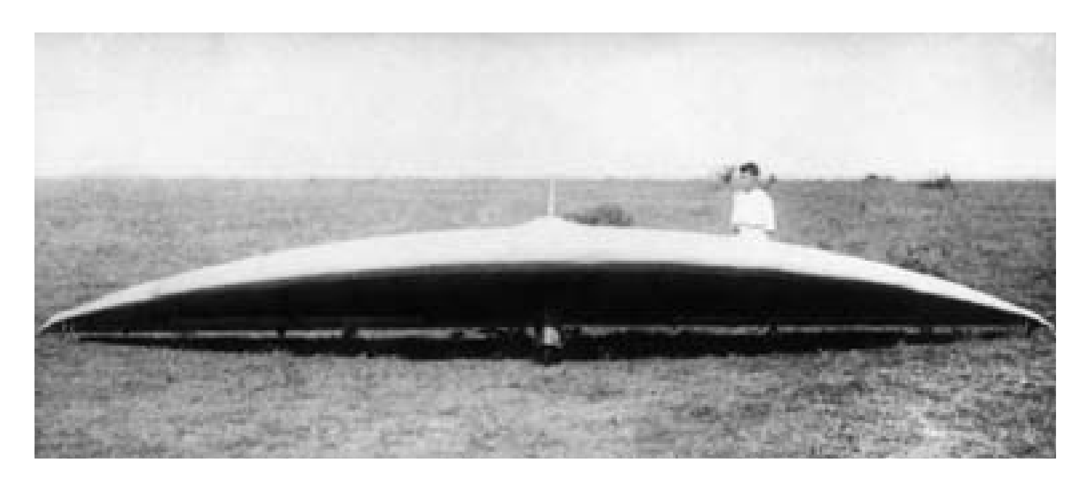
БИЧ-1 в лагере планеристов в Коктебеле.

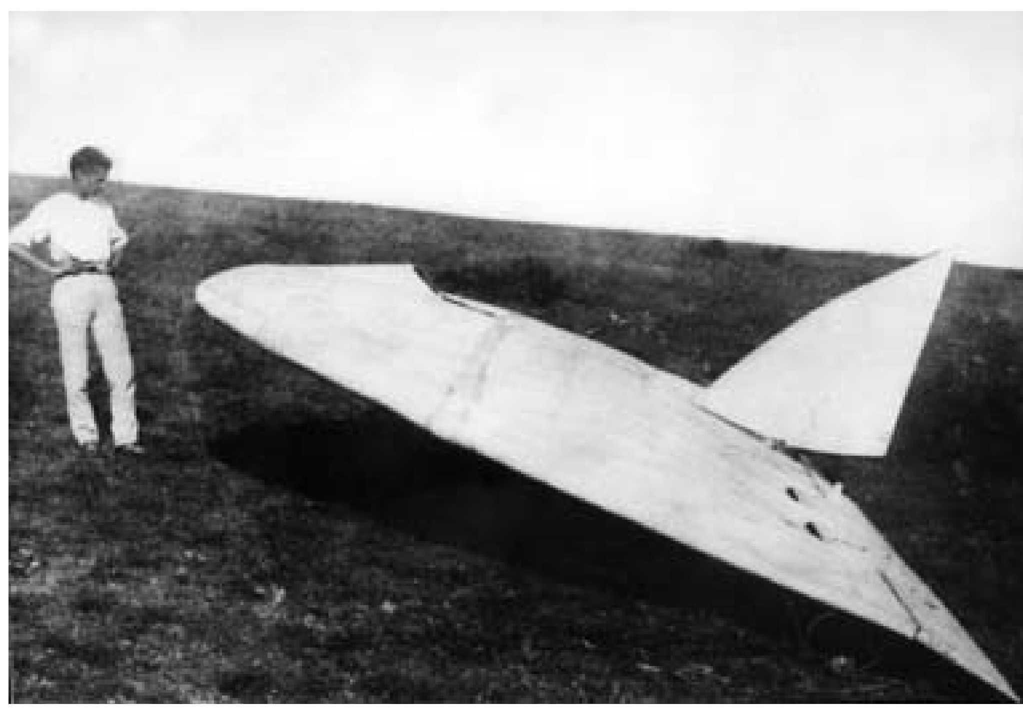
Параболическая форма, малое удлинение и толстый, 20-процентный профиль позволяли при небольших размерах аппарата так расположить внутри крыла человека, что за обводы выступала только голова. Летчик как бы надевал планер на себя: он влезал в крыло сверху через специальное отверстие, которое потом зашнуровывалось. Единственными органами управления были элевоны, идущие вдоль всей задней кромки. Они имели перевернутый профиль (выпуклой стороной вниз), чем и достигалась S-образная форма продольного сечения крыла. Из-за довольно высокого колесного шасси аппарат стоял на земле под большим углом к горизонту. Это было сделано специально, так как эксперименты с моделями, проведенные Черановским в аэродинамической лаборатории Московского высшего технического училища в 1921—1922 гг., показали, что при малом удлинении крыла для создания той же подъемной силы оно должно иметь больший угол атаки, чем обычно.[5]

Построили БИЧ-1 весной 1923 г. и 16 апреля провели первые наземные испытания, протащив его на буксире за аэросанями по аэродрому Московской школы авиации.[6] Осенью необычную машину привезли в Коктебель, где проходили Всесоюзные планерные состязания (их тогда называли "планерные испытания"). Из-за очень малого удлинения крыла летчику В.Ф.Денисову не удалось поднять аппарат в воздух.

В 1924 г. Б.И. Черановский построил новый планер — БИЧ-2. Чтобы повысить его "летучесть", конструктор почти вдвое увеличил размах крыла и применил более привычный профиль — "Геттинген-436" с относительной толщиной 11%. Сзади установили вертикальный руль, двухколесное шасси заменили оригинальным одноколесным, с дополнительными опорами на концах крыла. Для уменьшения сопротивления колесо закрыли обтекателем.

Машина получилась на удивление легкой — при размахе крыла 10 м вес конструкции оказался всего 46 кг. Это объяснялось не только отсутствием фюзеляжа и горизонтального оперения, но и параболической формой крыла. При этой форме распределение аэродинамических сил таково, что их равнодействующая находится близко к основанию, изгибающий момент меньше, чем на обычном крыле, и, следовательно, конструкцию можно сделать более легкой. Как показали расчеты, при одинаковом запасе прочности вес 1 м^2 параболического крыла вдвое меньше, чем у обычного, прямоугольного.[7]





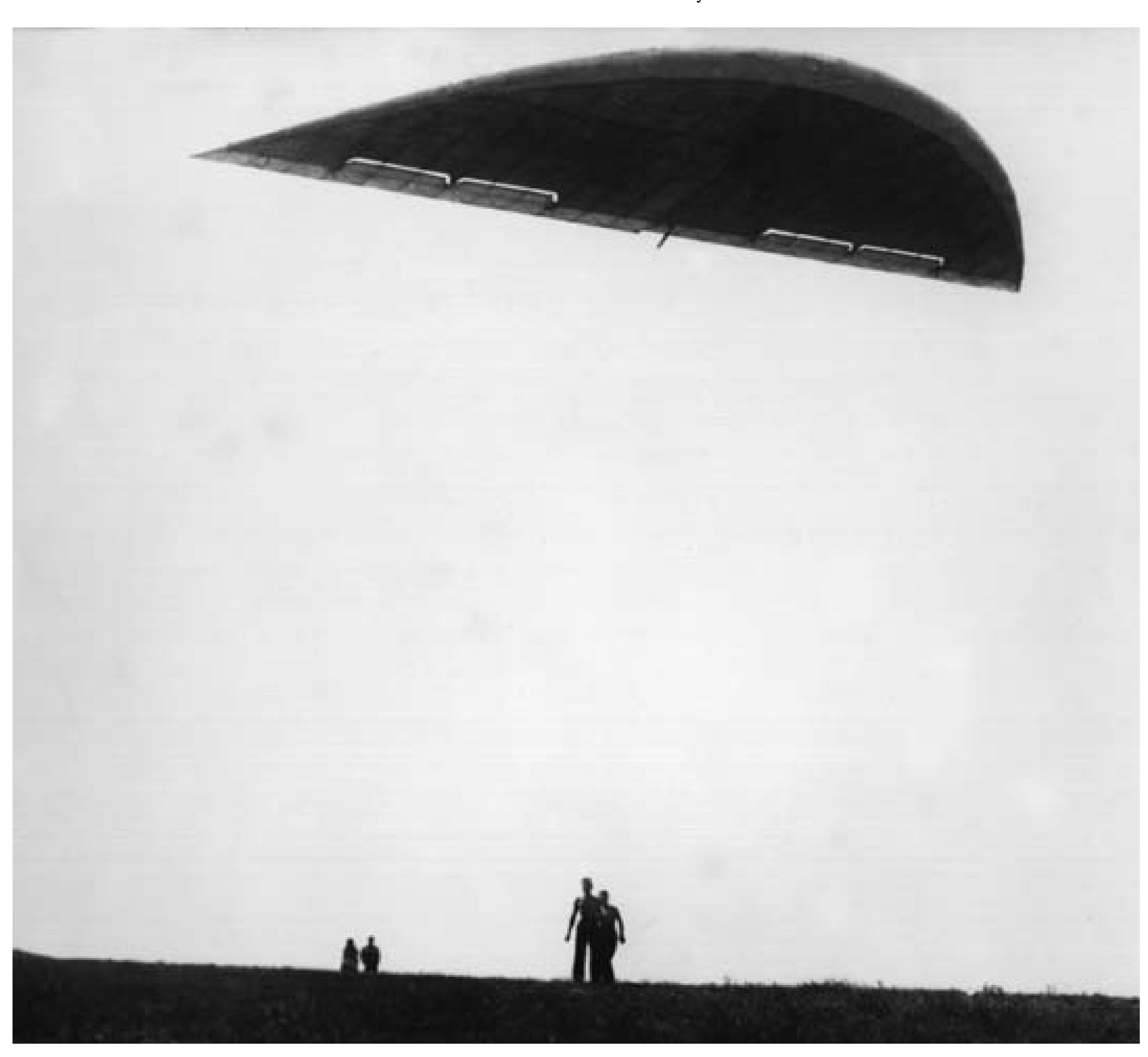
Планер БИЧ-2 имел увеличенный размах крыла и вертикальное оперение.

На вторых Всесоюзных планерных испытаниях в сентябре 1924 г. БИЧ-2 успешно прошел "воздушное крещение". Б.Н.Кудрин поднимал его в воздух 27 раз. Очевидец полетов, летчик Г.А.Шмелев, писал: "Выдающимся событием на испытаниях были успешные полеты с пологих склонов летчика Кудрина на оригинальном планере "БИЧ II-Парабола" ("АВФ-15"). Несмотря на все сомнения этот планер, имеющий оригинальную форму параболического толстого крыла без хвостовой части, совершил с летчиком Кудриным на Кара-Оба и на пологом нижнем северном склоне горы Клементьева ряд весьма удачных и чрезвычайно эффектных, благодаря оригинальной форме планера, полетов. В ряду полетов минутной продолжительности наибольший продолжался 1 м. 20 сек., причем планер, планируя весьма полого, неоднократно проходил расстояние до 570 м и временами парил. Наблюдение над полетами "параболы" дало ряд ценнейших заключений о качестве крыла подобной формы и управляемости и устойчивости бесхвостого планера. Положительные стороны "параболы" вытекают хотя бы из того, что отсутствие фюзеляжа и хвостового

оперения уменьшают вредное лобовое сопротивление; кроме того, в конструктивном отношении получается уменьшение внешних размеров и веса по сравнению с обычными аппаратами той же площади. Удачные полеты "параболы" дают возможность фантазировать на тему постройки самолета-крыла, в пустотелом пространстве коего помещались бы и моторы, и команда."[8]

Как показали полеты, вертикальный руль из-за невысокой скорости и малого расстояния от центра тяжести аппарата оказался малоэффективным. Да он был и не очень нужен, планер неплохо управлялся одними элевонами. Поэтому следующий планер Б.И.Черановского, БИЧ-4, не имел вертикального руля. В остальном же он почти не отличался от БИЧ-2. Летал он не хуже своего

Полет первого в мире "летающего крыла".



предшественника. На третьих Всесоюзных планерных состязаниях (1925 г.) летчик П.А.Вержбицкий совершал на БИЧ-4 полеты продолжительностью более минуты, осуществлял виражи в обе стороны.

5 октября ход состязаний был нарушен внезапно налетевшим ночью шквалом. Ветер снес брезентовые ангары и сломал находившиеся в них планеры. Но БИЧ-4 уцелел, так как его для отправки в Москву уже разобрали и запаковали в ящик.

На состязаниях 1925 г. был еще один бесхвостый планер. Его построил брат Б.И.Черановского, Г.И.Черановский. Он работал в Москве в Народном комиссариате путей сообщения, и, так же, как брат, интересовался планеризмом. Планер Г.И.Черановского отличался от "параболы" прямолинейными очертаниями крыла, имеющего вид трапеции. Он так и назывался — "Трапеция". Отборочная комиссия состязаний после проверки сочла планер недостаточно прочным и не допустила его к полетам.[9]

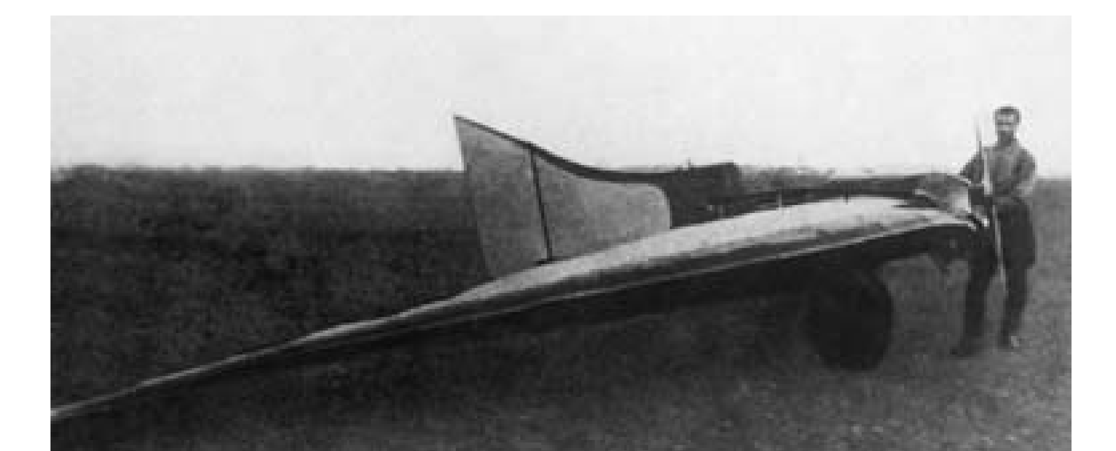
Вскоре Г.И.Черановский перестал заниматься авиацией и посвятил себя кораблестроению. Однако его работа по планеру не прошла впустую, так как оказала влияние на выбор аналогичной формы в конструкциях "БИЧ".

Но это будет позднее. А в 1925 г.Б.И.Черановский, окрыленный успехом БИЧ-2, работает над созданием легкомоторного самолета-"параболы" БИЧ-3. Он строился в мастерских Московского кустарно-промышленного техникума и был закончен в 1926 г.

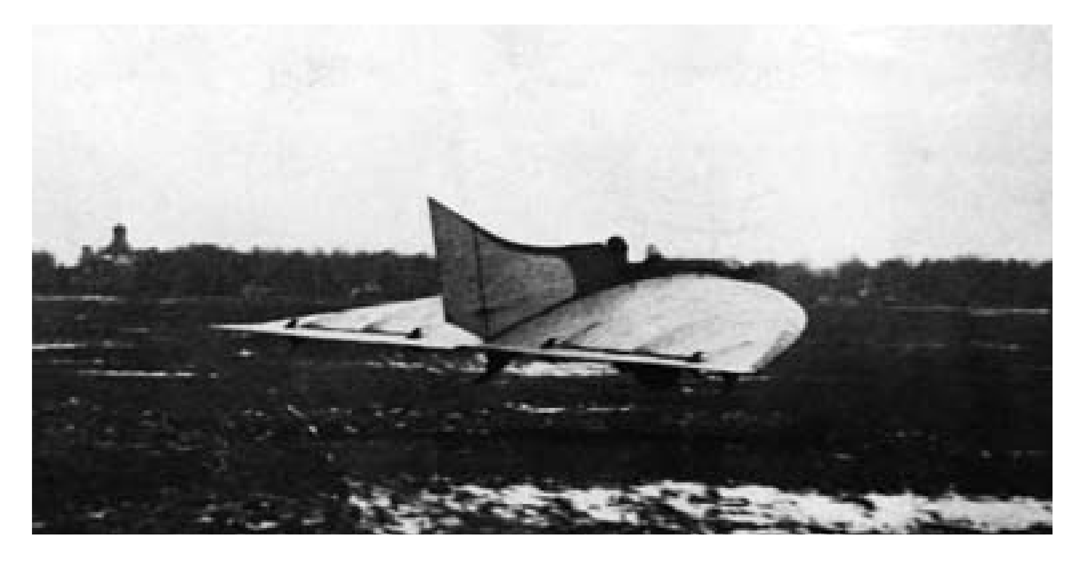
По конструкции БИЧ-3 был аналогичен планеру БИЧ-2: такое же деревянное параболическое крыло, та же система управления, такое же одноколесное шасси со вспомогательными подпорками на концах крыла. Впереди находился двигатель воздушного охлаждения Блекберн "Томтит" мощностью 18 л.с. За кабиной выступал заголовник, плавно переходящий в киль с рулем направления.

Испытания БИЧ-3 проводил летчик Б.Н.Кудрин, уже имевший опыт полетов на планере Б.И.Черановского. Самым трудным делом оказался взлет. Виной тому была конструкция шасси. При старте эффективность элевонов оказалась недостаточной, чтобы удержать машину на единственном колесе, и вместо того, чтобы бежать вперед, самолет, словно циркуль, разворачивался вокруг того подкрыльевого "костыля", на который он опирался.

Б.Н.Кудрин вспоминал: "Оставалось одно: ждать "у аэродрома погоды", то есть ждать сильного ветра, который обеспечил бы поперечную управляемость самолета с самого начала разбега. Наконец ветер пришел. Стараясь не привлекать к себе внимания, тихо на руках выносим самолет на взлетно-посадочную



БИЧ-3 — первый самолет Б.И.Черановского.



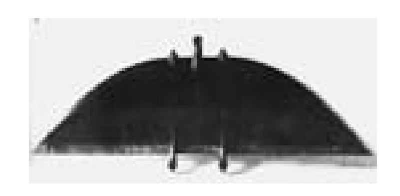
БИЧ-3 на взлете.

полосу. На этот раз наши расчеты оправдались: ветер был настолько силен, что, работая элевонами на стоящей неподвижно против ветра машине, мне удалось, как на планере, поднять крыло с подкрыльевого костылика, поставить самолет на одно колесо, сбалансировать его. Теперь оставалось только дать газ и взлететь, что я и сделал. ...Замечаю небольшое "рысканье" самолета на курсе и отмечаю это как недостаток устойчивости. Значит, надо немного увеличить киль. Самолет слегка валится вправо, но это не очень страшно. Благополучно делаю круг, выхожу на прямую для посадки и, убедившись, что я рассчитал посадку правильно, выключаю мотор. ...Приземление получилось точно на одно колесо. При этом я "притер" самолет к земле, однако в последний момент, когда скорость была почти погашена, правый подкрыльевой костылик черкнул по земле и самолет резко развернуло вправо. Разворачиваясь, он наклонился вперед и оперся передней кромкой центроплана о землю. К нашей великой радости никакой поломки при этом не произошло."[10]

Потом было еще несколько полетов, самый продолжительный из них — 8 минут. В отчете об испытаниях, законченном 30 августа 1926 г., Б.Н.Кудрин пишет: "При рулении на земле самолет плохо слушается руля направления... В начале разбега самолет проявляет тенденцию заворачивать влево. Разбег для взлета у самолета незначительный. Самолет хорошо набирает высоту. В воздухе самолет обнаружил чрезвычайную чуткость к рулям глубины и элеронам. Регулировка самолета хорошая, но он "висит на ручке". Режим полета сохраняет, имея устойчивый курс. Самолет имеет большую скорость и значительный диапазон скоростей, причем заметна хорошая устойчивость на больших углах. При уменьшении оборотов мотора самолет сам переходит на планирование."[11]

К сожалению, сложность взлета и посадки и неустойчивость работы двигателя не позволили провести весь комплекс испытаний. Всего было сделано 18 полетов.

БИЧ-3 стал первым в нашей стране самолетом-"бесхвосткой" и первым в мире самолетом типа "летающее крыло". Выбранная Черановским схема свободнонесущего моноплана с тянущим винтом, стреловидной передней кромкой крыла и расположенным по центру вертикальным оперением явилась весьма рациональной и впоследствии очень часто применялась конструкторами "бесхвосток". Однако от использования одноколесного шасси пришлось отказаться.





Модель бомбардировщика БИЧ-5.

После проверки возможностей самолета-"параболы" Б.И.Черановский разработал проект двухмоторного бомбардировщика-"летающее крыло" БИЧ-5 с таким же параболическим крылом. Вертикальное оперение должно было находиться на концах крыла, а на задней кромке конструктор предусмотрел две пулеметные установки, которые обеспечивали надежную защиту от атак сзади. В передней части крыла предполагалось установить два двигателя Лоррен-Дитрих или Нэпир "Лайон" мощностью по 450 л.с. Согласно проведенным в ЦАГИ расчетам, с такими моторами БИЧ-5 должен был иметь лучшие летные характеристики, чем у первого экземпляра бомбардировщика ТБ-1 (АНТ-4). Так, при одинаковых мощности и площади крыла, расчетная максимальная скорость БИЧ-5 получалась на 30 км/ч больше (227 км/ч), а потолок — на 700 м выше (4900 м).[12]

В начале 1928 г. Черановский направил проект в Научно-технический комитет Управления Военно-воздушных сил (НТК УВВС). Замысел заинтересовал военных, но, учитывая необычность самолета, решили для начала построить легкий экспериментальный самолет. "Проектирование и постройку самолета "Парабола" типа бомбардировщика считать преждевременным, впредь до выявления свойств этого типа в отношении устойчивости, управляемости и маневренности на малом самолете", — отмечалось в заключении Научно-технического комитета УВВС.[13] В апреле того же года НТК УВВС утвердил разработанный Черановским проект опытного двухместного самолета БИЧ-7 с двигателем воздушного охлаждения Бристоль "Люцифер" мощностью 100 л.с. и выделил деньги на постройку. Часть расходов взяли на себя Авиатрест (предшественник Министерства авиационной промышленности) и Осоавиахим. Самолет изготавливался в мастерских Военно-воздушной академии специальной конструкторской группой ("ГРУКОН") под руководством Б.И.Черановского.

По сравнению с БИЧ-3, БИЧ-7 имел б льшие размеры, а его взлетный вес достиг 850 кг. В соответствии со схемой бомбардировщика, вертикальные рули находились на концах крыла. Новый крыльевой профиль отличался меньшей относительной толщиной — 10%. Управляющие горизонтальные поверхности крепились к крылу снизу, так что между ними и крылом образовывалась щель.[14] Внешние пары работали как элевоны, а центральные отклонялись только на небольшой угол и служили для дополнительной продольной балансировки, действуя аналогично переставному стабилизатору у самолетов обычной схемы. Для изменения положения этих рулей-регуляторов в кабине установили специальный рычаг.

Самолет был построен к концу 1929 г. Испытания проходили на аэродроме Научно-испытательного института ВВС (НИИ ВВС), летали Б.Н.Кудрин, Ю.И.Пионтковский, Н.П.Благин. Уже в январе 1930 г. выяснилось, что из-за одноколесного шасси БИЧ-7 неустойчив при разбеге и пробеге. Вместо одного под фюзеляжем установили два колеса, но неприятности продолжались. Реактивный момент от винта разворачивал машину во время разбега, а попытки летчика выправить положение с помощью рулей направления не давали результата, так как они находились вне струи от винта и поэтому почти не действовали на малой скорости. Еще сложнее проходила посадка: из-за низкого шасси под крылом образовывалась "воздушная подушка", мешавшая приземлению и вызывавшая подскоки самолета после касания колесами аэродрома (такое поведение машины называется у летчиков "козление"). Из-за этого несколько раз ломалось шасси. В полете БИЧ-7 вел себя немногим лучше. Летчики отмечали большое усилие на ручке, особенно в полете при полной мощности. Переставной стабилизатор помогал мало, да и пользоваться им



Двухместный БИЧ-7. Испытания показали плохую устойчивость самолета.

оказалось почти невозможно: пилот должен был все время обеими руками держать ручку управления, чтобы самолет не перешел в пике.[15]

В таких обстоятельствах испытания закончить не удалось. Всего было выполнено 3 или 4 полета по кругу над аэродромом на высоте 80—100 м. Тем не менее начатое дело решили не бросать. "Считаю, что данная схема обещает заманчивые перспективы, что, в свою очередь, требует продолжения эксперимента с самолетом БИЧ. Центр тяжести испытаний должен быть перенесен на выяснение: а) уменьшение усилий на органы управления; б) устойчивость самолета; в) посадочные качества", — таково было мнение одного из руководителей НИИ ВВС Кравцова.[16]

В 1931 г. БИЧ-7 передали для доработки и дальнейших испытаний в недавно образованное при ЦАГИ Бюро особых конструкций (БОК), возглавляемое выпускником Военно-воздушной академии В.А.Чижевским. Туда же перешел на работу и Черановский.

Переделки самолета продолжались до середины 1932 г. Они были весьма существенны: сконструировали новое шасси, вместо вертикальных рулей на концах крыла установили один руль направления, как на БИЧ-3, центральные секции закрылков превратили в рули высоты, а внешние стали действовать, в основном, как элероны (я пишу "в основном", так как при взятии ручки "на себя" они, так же, как рули высоты, отклонялись вверх), кабину летчика и пассажира закрыли застекленным фонарем. Модифицированная машина получила обозначение БИЧ-7А.

Первый вылет на БИЧ-7А состоялся 19 октября 1932 г., испытывал самолет Н.П.Благин. Полет продолжался 25 минут. Пилотажные характеристики, по сравнению с БИЧ-7, стали заметно лучше. В частности, возросла эффективность руля направления, обдуваемого теперь струей от винта. Замеченное в первом полете значительное продольное усилие на ручке из-за действия горизонтальных рулей, под влиянием аэродинамических сил стремящихся отклониться вниз, удалось устранить благодаря установке на рулях специальной балансировочной пластины — триммера. После этого машина стала устойчиво летать, даже если летчик отпускал ручку.



Самолет БИЧ-7А. Благодаря ряду конструктивных переделок он оказался гораздо приятнее в пилотировании, чем его предшественник.





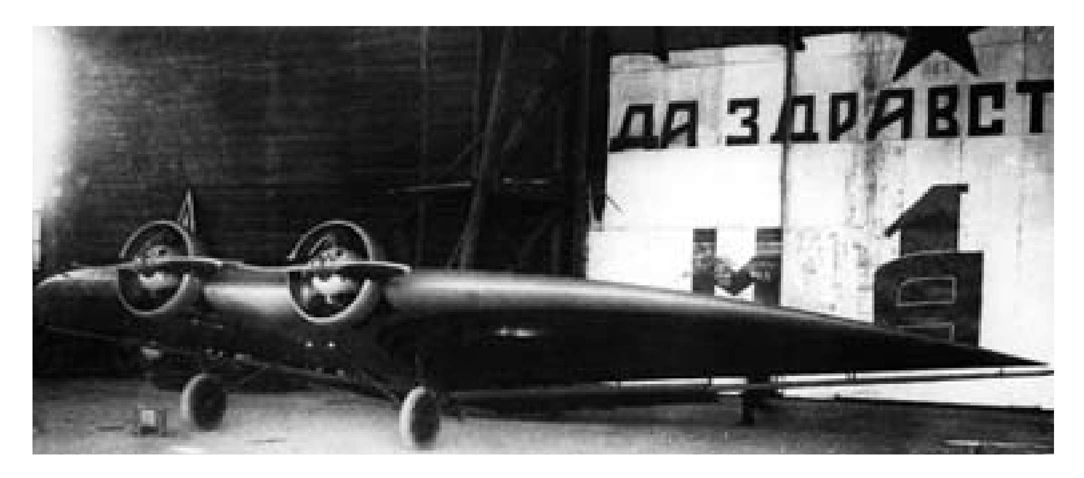
Всего до конца года на БИЧ-7А выполнили 15 полетов общей продолжительностью 8 часов 5 минут. Как и при испытаниях БИЧ-7, летчик обычно летал один, вместо пассажира на заднее сидение клали груз весом 80 кг. Самолет нормально управлялся, мог делать виражи с креном до 60^0. Максимальная достигнутая скорость была 165 км/ч — на 25 км/ч больше, чем у учебного У-2 с таким же по мощности двигателем, потолок — около 4000 м. Несколько разочаровала весовая отдача машины — 30%; от "бесхвостки" ожидали большего: 40—45%.

Проведению полного цикла испытаний помешал плохой двигатель. Трехцилиндровый "Люцифер" на больших оборотах так сильно вибрировал, что в конструкции моторамы появились трещины, и в декабре 1932 г. полеты прекратили.

Удачный, в общем, опыт с БИЧ-7А давал основания к следующему шагу на пути к большому "летающему крылу" — созданию двухмоторного самолета. Вначале он обозначался как ЦКБ-10 (от названия "Центральное конструкторское бюро", в состав которого в то время входило БОК), позднее самолет переименовали в БИЧ-14. "Задачи, которые ставятся непосредственно перед данным самолетом — это установление пригодности самолета типа "парабола" для военной и гражданской авиации в смысле управляемости, маневренности и летно-эксплуатационных выгод относительно самолетов других типов", — говорилось в отчете БОК.[17]

Хотя БИЧ-14 строился, прежде всего, как уменьшенный прототип бомбардировщика БИЧ-5, его для маскировки спроектировали пассажирским, на 5 человек (пилот и 4 пассажира). Машина разрабатывалась под два отечественных двигателя воздушного охлаждения М-11 мощностью по 100 л.с. По расчетам, самолет должен был развивать скорость 210 км/ч и иметь 5-часовую продолжительность полета.[18]

Крыло БИЧ-14, как и у всех предыдущих "БИЧей", было многолонжеронное, деревянной конструкции, с полотняной обшивкой. С каждой стороны к крылу на кронштейнах крепилось по три секции горизонтальных рулей. Все они действовали и как рули высоты, и как элероны. Профиль имел очень большую относительную толщину (19%), поэтому у основания крыло было почти метровой высоты и округлый фонарь кабины лишь немного выступал вверх. Он был выполнен из дюралюминия и имел по бокам овальные окна, затянутые целлулоидом. В кабине за сидением пилота стояли два двухместных пассажирских кресла, расположенные спинками друг к другу. Двери не было, внутрь можно было попасть только через откидывающиеся вверх окна. Звездообразные двигатели с кольцевидными обтекателями цилиндров были



Двухмоторный БИЧ-14 после окончания сборки.

"врезаны" в переднюю кромку крыла. Горючее поступало из бензобаков, находящихся в крыле по бокам кабины. Шасси — двухколесное, с ориентирующимся хвостовым костылем. С помощью тросового привода летчик мог убирать стойки в крыло.

Проектирование БИЧ-14 началось в БОК летом 1933 г., а строили его на авиационном заводе № 39 в Москве. В конце 1934 г. заводской летчик-испытатель Ю.И.Пионтковский, уже летавший на "параболе" БИЧ-7, поднял БИЧ-14 в воздух. В одном из первых полетов произошла авария. НИИ ВВС, еще не утративший тогда интерес к "бесхвосткам" Черановского, взялся восстановить машину. Это заняло немало времени, и на государственные испытания самолет попал только в 1937 г.

Первый вылет на отремонтированном БИЧ-14 выполнил один из ведущих летчиков НИИ ВВС П.М.Стефановский. Он едва не закончился катастрофой. Стефановский вспоминал:

"Настала пора проверить БИЧ-14 в воздухе. Как все бесхвостые, он очень легко оторвался от взлетно-посадочной полосы и начал набор высоты. С нарастанием скорости самолет стало тянуть вниз. Энергично выбираю штурвал на себя. Нагрузка становится неимоверной. Хотя никакого прибора для ее измерения нет, чувствую, она достигла килограммов пятидесяти. Прекращать взлет поздно: полоса осталась позади, впереди — сосновый лесок.

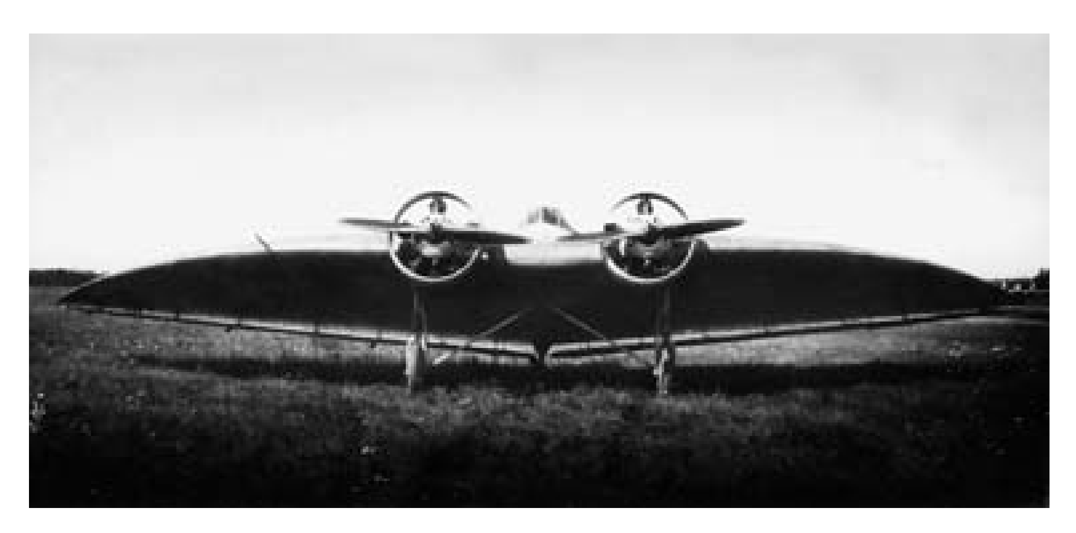
Сильный рывок штурвала — и машина перескочила через этот лесок. Нестерпимо палит солнце. Потные ладони соскальзывают со штурвала. Самолет неустойчив, словно помещен на острие шила: в любой момент может произвольно занять какое угодно положение, даже перевернуться на спину. Нет никаких сил справиться с ним. Деревенеют мышцы. Вот выскользнет штурвал из потных, будто смазанных маслом, рук, и бесхвостый урод мгновенно нырнет в отвесное пикирование. А из пике его ни за что не вырвешь.

Напрягаюсь до невероятности, штурвал становится все тяжелее и тяжелее. В отчаянии обхватываю его обеими руками, как когда-то, будучи грузчиком, брал в охапку грузные мешки, сцепляю пальцы. Вроде легче. Постепенно, с маленьким креном, делаю разворот, чтобы описать положенный круг и зайти на посадку против ветра.

Вместо круга по границам аэродрома самолет вычерчивает громаднейший кружище, километров 50 длиной. Все-таки улавливаю встречный ветер. Он дует почти в створ взлетной полосы. Сбрасываю обороты двигателя до скорости планирования. Скорость уменьшается и бесхвостка тут же приобретает прекрасную управляемость."[19]

Потом было еще несколько полетов, кроме Стефановского летали М.А.Нюхтиков и И.Ф.Петров. В результате конструкторских переделок — установки триммеров на рулях, изменения положения их оси вращения — нагрузки на ручку стали меньше. Однако пилотировать БИЧ-14 по-прежнему было очень трудно. "В воздухе самолет малоустойчив и плохо управляем. Имеются резкие подергивания руля поворота, самолет продольно раскачивается, элеронов слушается очень вяло", — сообщалось в отчете НИИ ВВС.[20]

Плохая продольная устойчивость БИЧ-14 была вызвана тем, что горизонтальные рули имели симметричный, а не перевернутый, как на БИЧ-7, профиль и при расположении их "по потоку" крыло теряло свойство самобалансировки. Не случайно Стефановский и другие испытатели отмечали, что БИЧ-14 нормально вел себя только на взлете и при посадке, т.е. на режимах, когда рули отклонены вверх и профиль крыла приобретает S-образную форму. Проблемы с управлением, особенно заметные с увеличением скорости,





БИЧ-14 на испытаниях в НИИ ВВС.



объясняются расположением рулей в зоне завихрений, образующейся за крылом необычно толстого профиля.

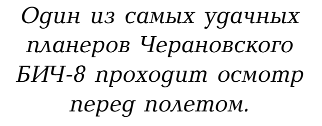
Всего летчики НИИ ВВС выполнили на БИЧ-14 семь полетов суммарной продолжительностью 2 часа 55 минут. Мнение летавших было единодушно: "полеты на самолете опасны и крайне неприятны".[21] Поэтому испытания решили прекратить.

Неудача с БИЧ-14 и, что важнее, несоответствие в 1937 г. самой концепции самолета с толстым параболическим крылом веяниям времени поставили крест на идее создания бомбардировщика, и руководство ВВС перестало поддерживать замыслы Черановского.

Занимаясь проектированием самолетов, Б.И.Черановский не забывал о планеризме. В 1929 г. в мастерских Военно-воздушной академии он построил планер БИЧ-8, на котором впервые применил более простое в производстве трапециевидное крыло с прямой задней кромкой. В отличие от первых планеров он не был "летающим крылом" и имел фюзеляж, так как относительная толщина крыла была уменьшена до 9%. Система управления — как на БИЧ-7: элевоны на задней кромке крыла и вертикальные кили с рулями направления на концах крыла. Так как крыло имело обычный, несамобалансирующийся профиль, к центральной части крыла был подвешен стабилизатор. Перед полетом угол его установки можно было изменять, что позволяло нужным образом сбалансировать планер. Шасси представляло собой лыжу, под которую для амортизации была подложена велосипедная камера.

Летом 1929 г. на планерной станции Первомайская под Москвой на БИЧ-8 успешно летали Л.В.Козлов, Р.А.Пищучьев и М.Ф.Романов. Эти испытания показали, что трапециевидное крыло в аэродинамическом отношении не хуже параболического.

В 1932 г. Черановский сконструировал еще два планера с трапециевидным крылом. В статье "Треугольники и параболы" он писал: "Треугольники БИЧ-11 и БИЧ-12, представляющие собой упрощенную схему бесхвостого планера, построены с целью дать простую, общедоступную конструкцию "летающего крыла" с тем, чтобы после испытаний их можно было бы рекомендовать эту



Один из самых удачных планеров Черановского БИЧ-8 проходит осмотр перед полетом.



конструкцию кружкам. Опыт с парящими треугольниками дал исчерпывающий положительный опыт, и все предположения автора этими испытаниями оправданы."[22]

Действительно, оба планера неплохо показали себя на девятых Всесоюзных состязаниях планеристов в Коктебеле в 1933 г. На БИЧ-11 было совершено 8 планирующих полетов, на БИЧ-12 — 10 планирующих и 2 парящих.

По общей схеме планеры были аналогичны БИЧ-8. Различие заключалось в установке раздельных рулей высоты и элеронов и большем размахе крыла: 12,2 м — у БИЧ-11 и 14,2 м — у БИЧ-12.

На планерном слете 1933 г. летал еще один планер Б.И.Черановского — БИЧ-13. Как на БИЧ-4, крыло имело параболическую форму, а вертикальные кили отсутствовали. Новшество состояло в системе управления. Если на БИЧ-4 летчик выполнял развороты ручкой, отклоняя элевоны в разные стороны, то теперь для этого на концах крыла имелись аэродинамические тормоза, действующие от педалей. За ними располагались элероны, а у основания крыла — рули высоты.

Несмотря на несчастливый порядковый номер, БИЧ-13 оказался лучшим из троицы "БИЧей". В Коктебеле на нем совершили 19 полетов, в том числе 4 парящих. По отзыву известного летчика-испытателя и планериста В.А.Степанченка, парившего на БИЧ-13 в течение 26 минут, разработанный Черановским горизонтальный руль направления вполне себя оправдал.[23]



Б.И.Черановский (слева) и С.П.Королев у планера БИЧ-8.

Полеты бесхвостых планеров Черановского привлекли внимание молодого инженера и планериста Сергея Павловича Королева, мечтавшего о создании самолета с ракетным двигателем. Осенью 1931 г. Королев получил разрешение испытать БИЧ-8, которым после полетов на нем в 1929 г. не пользовались. На подмосковной планерной станции Королев выполнил 12 полетов, от которых у него остались приятное впечатление. "Планер БИЧ-8 отличается полной устойчивостью в продольном и поперечном направлении, так и устойчивостью пути. Очень чуток на руль высоты и не любит резких движений. На малых углах имеет большую скорость снижения, а нормально летит с углом около 3^0. Однако при всех возможных режимах не имеет тенденции к потере устойчивости, самопроизвольному уменьшению или увеличению угла, а наоборот очень охотно идет за ручкой, возвращаясь в исходное положение", — писал Королев в журнале "Самолет".[24]

Во время испытаний БИЧ-8 у Королева возникла мысль приспособить такой аппарат для создания экспериментального самолета с жидкостным ракетным двигателем (ЖРД). Схема "летающее крыло" позволяла компактно разместить сам двигатель и баки с горючим и окислителем вблизи центра тяжести самолета, свести к минимуму длину трубопроводов, избежать проблем с защитой хвостового оперения от воздействия реактивной струи.

5 октября 1931 г. Королев пригласил на аэродром своего единомышленника, конструктора ракетных двигателей Ф.А.Цандера и продемонстрировал ему полеты бесхвостого планера. Вскоре Группа изучения реактивного движения (ГИРД), в которую входили Королев и Цандер, приняла решение о строительстве ракетоплана РП-1 по типу планера Черановского. Финансировало проект Бюро воздушной техники Центрального совета Осоавиахима, под эгидой которого и существовал ГИРД. 18 ноября 1931 г. Черановский получил заказ на постройку двух бесхвостых планеров с трапециевидным крылом БИЧ-11 (один из них потом летал на планерных состязаниях 1933 г.), а Цандер — на разработку ЖРД ОР-2 с тягой 50 кгс.

Черановский выполнил задание быстро: первый БИЧ-11 был готов в начале 1932 г. О конструктивных отличиях нового планера от БИЧ-8 уже писа-



Ракетоплан РП-1, построенный Черановским по заказу ГИРД.

лось, поэтому не буду останавливаться на этом вопросе. 22 февраля 1932 г. С.П.Королев совершил на БИЧ-11 первые полеты. "В полете <...> машина отлично слушается всех рулей. В полете по прямой допускается бросание ручки и педалей от момента установившегося полета (после взлета) вплоть до захода на посадку", — докладывал Королев после испытаний.[25]

С двигателем дела обстояли намного хуже. Стендовые испытания выявили ненадежность ОР-2: из-за неустойчивости горения топливной смеси и прогаров деталей конструкции двигатель мог работать максимум 9 секунд. Начались бесконечные доработки.

Тем временем планер уже переоборудовали в ракетоплан РП-1. Кабину закрыли прозрачным колпаком, за ней установили гаргрот-обтекатель ЖРД, смонтировали агрегаты топливной системы. Но двигателя не было...

Чтобы не терять времени, РП-1 решили испытать с обычным поршневым мотором с толкающим винтом, тяга которого должна была в какой-то степени имитировать действие реактивной струи. Для опытов Осоавиахим предоставил Королеву импортный двухцилиндровый "Скорпион". Двигатель был отнюдь не новый, и развиваемая им мощность составляла не более 25 л.с.

Первые испытания мотопланера прошли 8 июня 1932 г. Из-за большого трения лыжи о землю (РП-1, так же, как БИЧ-11, имел лыжное шасси) для взлета требовалась помощь находившихся на аэродроме людей. В полете двигатель "не держал оборотов", и тяга винта все время менялась. Так как ось винта проходила заметно выше центра тяжести самолета, изменения оборотов вели к продольной раскачке машины. "В моменты, когда мотор сдавал, самолет имел тенденцию идти на хвост, а когда мотор забирал — идти на нос", — говорится в отчете С.П.Королева.[26]



Из-за отсутствия ракетного двигателя РП-1 испытывался с обычным поршневым мотором.

В сентябре 1932 г. начались полеты второго планера Черановского РП-1 № 2, построенного для ГИРДа. Он лишь в мелочах отличался от первого БИЧ-11 (РП-1 № 1).

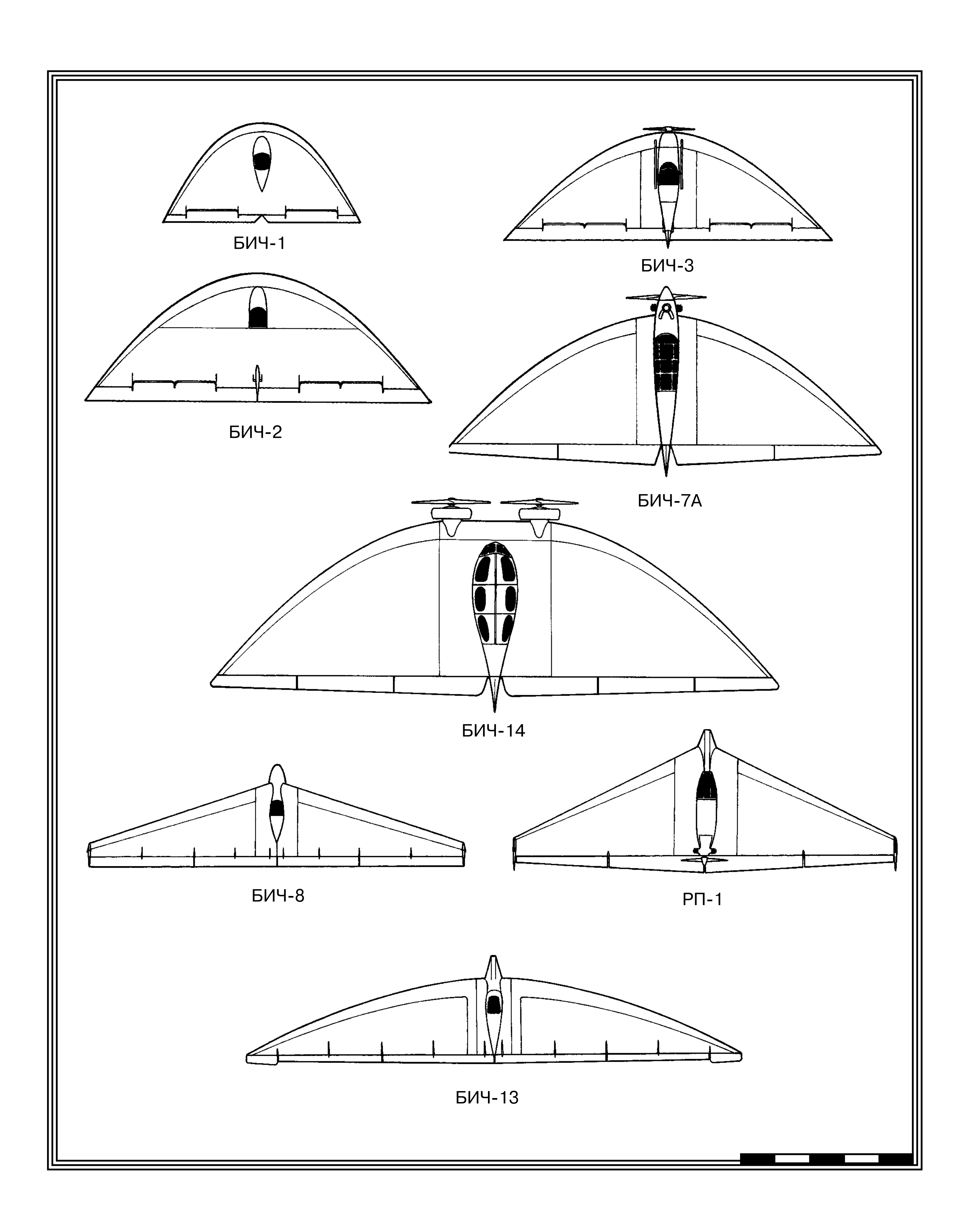
Испытания продолжались и в 1933 г. Всего С.П.Королев выполнил на двух РП-1 34 полета, из них 5 — с включением поршневого двигателя. В связи с тем, что от ЖРД не удалось добиться надежной работы, БИЧ-11 так и не стал ракетопланом и, по указанию сверху, оба построенных аппарата, считавшихся секретными, были преданы огню. Время реактивных "бесхвосток" еще не пришло.

Несмотря на то, что далеко не все самолеты Черановского были удачными, его деятельность стимулировала работы по "бесхвосткам" в нашей стране. Ведь он первым среди отечественных конструкторов доказал возможность создания планеров и самолетов без горизонтального оперения, первым разработал рациональную схему моноплана-"бесхвостки" с расположенным впереди двигателем и центральным килем, первым применил в конструкции "бесхвосток" трапециевидное крыло.

Одним из примеров влияния конструкторского опыта Черановского является бесхвостый планер-трапеция ЦАГИ-1 (БП-1). Его построил в 1933 г. в ЦАГИ инженер А.А.Сеньков. Общая схема планера была, как у БИЧ-12, только кабину пилота закрыли прозрачным колпаком. Для достижения хорошей продольной устойчивости специалисты ЦАГИ применили "мунковский" S-образный профиль М-6бис и дополнительно придали крылу отрицательную крутку по размаху. Для управления служили подвесные элевоны и рули направления на концах крыла. Конструкция крыла — многолонжеронная, деревянная, с полотняной обшивкой. Размах крыла планера был 12 м.

ЦАГИ-1 участвовал в X Всесоюзных планерных состязаниях в Коктебеле. А.Н.Скородумов, летавший на этой машине, отмечал ее удовлетворительную устойчивость и управляемость в обычном полете, но для выполнения фигур высшего пилотажа, в частности петли Нестерова, мощности рулей не хватало. Испытатель указывал также на тесноту кабины и плохой обзор.[27]

О работах Б.И.Черановского в конце 30-х и в 40-е годы будет рассказано в следующих главах.


БИЧ-1
БИЧ-3
БИЧ-2
БИЧ-7А
БИЧ-14
БИЧ-8
РП-1
БИЧ-13

Источники и комментарии

1. Архив Научно-мемориального музея Н.Е.Жуковского. № 1079. Л. 136.
2. Патент Германии № 253788, 1.02.1910 г.
3. Архив Научно-мемориального музея Н.Е.Жуковского. № 5320/2.
4. Патент СССР № 6676, 31.01.1923 г.
5. У БИЧ-1 удлинение составляло 2,3. Это в 4—5 раз меньше, чем у обычных планеров того времени.
6. Архив Научно-мемориального музея Н.Е.Жуковского. № 5320/4.
7. РГВА. Ф. 24708. Оп. 5. Д. 209. Л. 3—7.
8. Г.А.Шмелев. Безмоторное летание. М., 1926. С. 135—136.
9. Там же. С. 159.
10. Б.Кудрин. Первый полет на "крыле" // Юный моделист-конструктор. 1964. Вып. 10. С. 6—8.
11. Архив Научно-мемориального музея Н.Е.Жуковского. № 5320/13. Л. 22.
12. РГАЭ. Ф. 8328. Оп. 1. Д. 388. Л. 65—69.
13. Там же. Л. 69.
14. Идея подвесных рулей была весьма популярна в 20-е годы, так как воздушный поток, проходя через щель, делал их более эффективными, особенно на больших углах атаки. Впоследствии от них отказались из-за большого аэродинамического сопротивления, вызываемого такой подвеской рулей.
15. Б.И.Черановский. Самолет "БИЧ-7" ("Парабола") // Самолет. 1930. № 11. С. 26,28; РГВА. Ф. 24708. Оп. 5. Д. 209.
16. РГВА. Ф. 24708. Оп. 5. Д. 209. Л. 9.
17. РГАЭ. Ф. 8328. Оп. 1. Д. 808. Л. 2.
18. Там же.
19. П.М.Стефановский. Триста неизвестных. М., 1968.
20. РГВА. Ф. 24708. Оп. 8. Д. 657. Л. 8.
21. Там же. Л. 27.
22. Б.И.Черановский. Треугольники и параболы // Самолет. 1933. № 12. С. 14.
23. И.К.Костенко. Летающие крылья. М., 1988. С. 42.
24. С.П.Королев. Экспериментальный планер БИЧ-8 ("Треугольник") // Самолет. 1931. № 11—12. С. 36.
25. Творческое наследие академика Сергея Павловича Королева. Избранные труды и документы. М., 1980. С. 48.
26. Там же. С. 49.
27. А.Ф.Турчков. Планеры "ЦАГИ-1" и "ЦАГИ-2" в свете проблемы бесхвостых самолетов // Техника воздушного флота. 1935. № 12. С. 30—32.

5

ХАРЬКОВСКИЕ „БЕСХВОСТКИ"

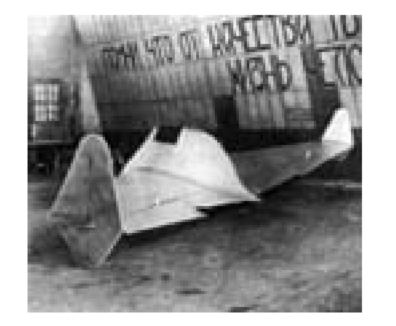
Вторым после Москвы центром "бесхвосткостроения" в нашей стране стал Харьков. В конце 1932 г. руководитель кафедры самолетостроения Харьковского авиационного института (ХАИ) И.Г.Неман предложил создать в институте группу по проектированию бесхвостых самолетов. Он был убежден, что распространение летательных аппаратов типа "летающее крыло" явится технической революцией в авиации, которая позволит резко повысить скорость полета самолетов.[1]

Приверженцем "летающего крыла" был и главный конструктор Харьковского авиазавода К.А.Калинин. Он писал: "При создании новых больших машин новые пути ведут в сторону новых схем самолета, в сторону использования крыла для размещения грузов. Это значит, что пути идут к летающему крылу, которое и есть идеальный самолет."[2]

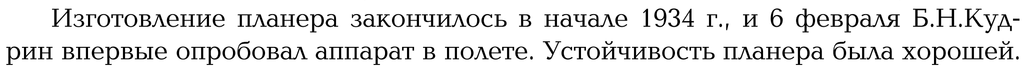
Конструкторскую группу по разработке "бесхвосток" организовали при ХАИ в конце 1932 г. Ее возглавил один из ведущих сотрудников конструкторского бюро Калинина Павел Георгиевич Бенинг. В группу входили инженеры и преподаватели ХАИ А.А.Лазарев, А.А.Кроль, С.И.Кузьмин и другие.

В 1933 г. там началось проектирование бесхвостого экспериментального самолета со стреловидным крылом, предназначенного для изучения особенностей устойчивости и управляемости "бесхвостки". Работы велись при финансовой поддержке Центрального совета Осоавиахима УССР, поэтому самолет назвали ХАИ-4 "Осоавиахимовец Украины". Это был цельнодеревянный моноплан с трехместной закрытой кабиной и расположенным сзади двигателем М-11 мощностью 100 л.с. Кроме чисто экспериментального назначения, самолет предполагалось использовать как туристский или связной.

Параллельно строили безмоторный аналог "Осоавиахимовец ХАИ", предназначавшийся для предварительного знакомства с летными свойствами выбранной схемы и, при необходимости, доработки конструкции самолета. Планер имел такое же, как у ХАИ-4, крыло со стреловидностью передней кромки 22^0 и с геометрической круткой по размаху. Профиль — S-образный, с постоянным положением центра давления. Система управления полностью соответствовала самолетной. Внешние секции подвижных горизонтальных поверхностей на крыле выполняли функции элеронов и рулей высоты, две средние секции служили в качестве переставного стабилизатора. На концах крыла стояли кили с рулями направления. Конструкция планера — деревянная, с фанерной обшивкой. Таким образом, от строящегося самолета "Осоавиахимовец ХАИ" отличался только меньшими размерами фюзеляжа, отсутствием двигателя и шасси (для взлета и посадки применялась лыжа).



Планер "Осоавиахимовец ХАИ".



Изготовление планера закончилось в начале 1934 г., и 6 февраля Б.Н.Кудрин впервые опробовал аппарат в полете. Устойчивость планера была хорошей.

В мае 1934 г., когда установилась хорошая погода, летчик Л.С.Рыжков продолжил испытания "Осоавиахимовца". Планер проявил себя с лучшей сторо-



"П.П.Постышев" — первый в нашей стране бесхвостый планер, на котором можно было выполнять фигуры высшего пилотажа.

ны. "Во время полета, — писал П.Г.Бенинг, — были проделаны развороты и виражи с креном до 80^0. В виражах (радиус 8—10 м) планер показал прекрасную устойчивость, не стремясь уклониться в сторону; при минимальной скорости полета около 30 км/час все органы управления показали достаточную эффективность. При планировании на разных скоростях планер хорошо повиновался рулю глубины и сохранял любой режим полета, на который его переводил пилот. ...На основании этих данных можно было пойти к дальнейшим испытаниям по выполнению мертвых петель, которые пилотом Рыжковым и были проделаны с большим и малым радиусами. Никаких отклонений от нормы при этом не было".[3]

Однажды за один полет Рыжков выполнил на планере 26 мертвых петель, в том числе одну — с выходом в обратном направлении, для чего летчику пришлось произвести разворот на 180^0, находясь в перевернутом положении. Полеты на "Осоавиахимовце ХАИ" были первой в нашей стране демонстрацией высшего пилотажа на "бесхвостке".

После окончания испытаний в августе—сентябре 1934 г. планер отправили за границу для показа на международных выставках в Копенгагене и Париже.

Весьма удачным оказался и двухместный вариант планера, построенный летом 1934 г. Его назвали "П.П.Постышев", в честь тогдашнего руководителя компартии Украины. Несмотря на увеличившийся вес, планер сохранил хорошие летные свойства. В сентябре 1934 г. он был отбуксирован по воздуху из Харькова в Коктебель, на Всесоюзные планерные состязания. Дальность маршрута составляла более 600 км. Управлял планером Рыжков, а пассажиром был конструктор планера П.Г.Бенинг.

Среди большого количества представленных на состязаниях бесхвостых планеров (ЛАК-1, ЛАК-2, ЦАГИ-1, ЦАГИ-2) "П.П.Постышев" выделялся своими качествами. Л.С.Рыжков выполнил на нем фигуры высшего пилотажа, а летчик Скородумов установил рекорд продолжительности парящего полета для "бесхвостки" — 58 минут.

На состязаниях с этим планером было связано еще одно событие: известный летчик-планерист С.Н.Анохин совершил с крыла "П.П.Постышева" пер-

вый в мире прыжок с парашютом методом срыва. Для того, чтобы создать достаточный для раскрытия парашюта напор воздуха, Рыжков, пилотировавший планер, ввел машину в пикирование и разогнался до скорости 105 км/ч. На высоте 300 м Анохин, стоя на крыле, дернул за кольцо парашюта, тот раскрылся и увлек за собой парашютиста. Этот смелый эксперимент открывал возможности нового метода подготовки парашютистов, позволяющего исключить неприятные мгновения свободного падения до раскрытия парашюта при обычном прыжке. Очевидно, что новый метод мог быть безопасен только в случае применения бесхвостого летательного аппарата.

Назад в Харьков планер также вернулся по воздуху, на буксире за самолетом П-5. Компанию ему составляли еще две "бесхвостки", ЦАГИ-1 и ЦАГИ-2, буксируемые тем же самолетом.

После Коктебеля на "П.П.Постышеве" летали планеристы ХАИ, а 19 августа 1936 г. на нем демонстрировали высший пилотаж на воздушном параде в Тушине.

Еще одним удачным творением харьковских конструкторов стал экспериментальный бесхвостый планер "Безлонжеронка ХАИ", построенный в том же 1934 г. Его спроектировал преподаватель кафедры аэрогидродинамики Харьковского авиационного института С.И.Кузьмин. По общей схеме он был однотипен описанным выше планерам, только крыло имело больший размах — 13 м. О главной же технической "изюминке" планера говорит его название: консоли крыла имели безлонжеронную конструкцию. Вместо них вдоль размаха простирался пустотелый деревянный короб — кессон. К нему с помощью стрингеров и нервюр крепилась фанерная обшивка. Весовые свойства такой конструктивно-силовой схемы оказались хорошими: при большем на один метр размахе крыла, чем у планера "ЦАГИ-1", "Безлонжеронка" была на 24 кг легче.

Испытания планера проводил летчик В.Д.Козуля. Аппарат был устойчив и хорошо управлялся, на нем можно было выполнять фигуры высшего пилотажа. Подводя итоги испытаний, журнал "Самолет" писал: "Планер "Безлонжеронка ХАИ" конструкции С.И.Кузьмина показал превосходные летные качества".

Отличные результаты испытаний планеров, казалось бы, гарантировали успех бесхвостому самолету, имеющему одинаковые с ними аэродинамическую схему и систему управления. Однако этого не произошло. В первом же полете на ХАИ-4 20 июня 1934 г. опытный "укротитель бесхвосток" Б.Н.Кудрин столкнулся со множеством проблем. Вначале самолет никак не хотел взлетать. Наконец, при скорости 180 км/ч, подскочив на кочке, машина оторвалась от земли. Но и в воздухе ХАИ-4 вел себя неподобающим образом.



Еще один удачный планер харьковских конструкторов "Безлонжеронка ХАИ".





Самолет ХАИ-4
не оправдал возлагаемых
на него надежд.



Он отказывался сохранять линию полета и все время "скакал" вверх и вниз. На отклонение горизонтальных рулей самолет реагировал вяло и не сразу. К продольной неустойчивости добавлялась плохая путевая устойчивость: не обдуваемые винтом кили недостаточно хорошо выполняли свое назначение. Сделав над аэродромом два круга, Кудрин с трудом посадил самолет. Весь полет продолжался 15 минут.

Причины столь неожиданного поведения ХАИ-4 заключались, прежде всего, в том, что самолет обладал значительно б льшим продольным моментом инерции, чем его безмоторные прототипы. Чтобы сохранить центровку после установки двигателя, конструкторы перенесли кабину вперед, и теперь фюзеляж на метр выступал за крыло. Это, наряду с почти втрое увеличившейся нагрузкой на крыло из-за возросшего до 880 кг взлетного веса, коренным образом изменило характеристики устойчивости и управляемости машины.[4] Свою лепту внес и расположенный выше центра тяжести винт, влияющий при изменении оборотов на продольную балансировку самолета (напомню, что с этим же явлением столкнулись при испытаниях "бесхвосток" AV-2 и РП-1). Трудность взлета объясняется конструкцией шасси ХАИ-4 с общей гидравлической связью между опорами, сделанной с целью одновременного касания земли всеми колесами при посадке. Под действием силы тяги винта передние стойки просаживались, задняя же, наоборот, увеличивалась в высоту, и в результате во время разбега самолет наклонялся носом вниз.

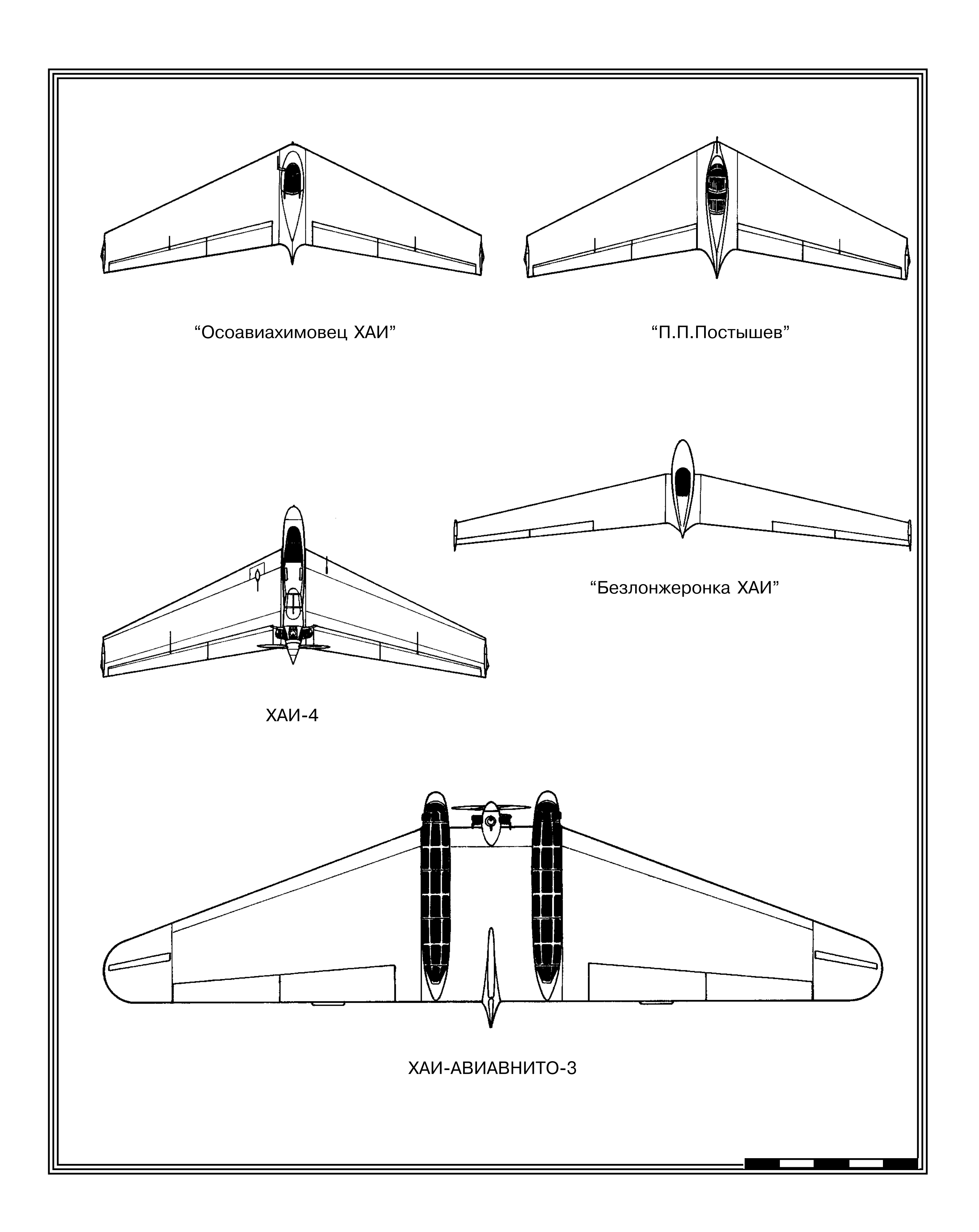
В августе 1934 г. Кудрин выполнил на ХАИ-4 еще два полета, затем испытания продолжил Рыжков. По рекомендациям летчиков в конструкцию самолета внесли изменения: двигатель переместили на 100 мм вниз, поменяли положение оси вращения рулей направления, впереди установили управляемый предкрылок, действующий как дополнительный руль высоты. Но проку от этих доработок было немного. 12 июля 1937 г. во время попытки взлета ХАИ-4 потерпел аварию и ремонтировать его не стали.

Несравненно лучше оказался другой харьковский самолет-"бесхвостка" ХАИ-АВИАВНИТО-3 "Сергей Киров". Он даже поработал некоторое время в Гражданском Воздушном Флоте (ГВФ), первозил грузы и пассажиров.

История появления этого самолета такова. В середине 30-х годов ГВФ объявил конкурс на создание планеролета. Под этим термином понимался большой транспортный планер, снабженный относительно маломощным двигателем. Считалось, что эти недорогие, нетребовательные к аэродромам и экономичные летательные аппараты смогут решить проблему массовых воздушных перевозок, облегчат доставку грузов в районах бездорожья. По условиям конкурса, планеролет должен был перевозить тонну груза или 10 пассажиров со скоростью 120 км/ч.

Члены Харьковского отделения Всесоюзного авиационного научно-инженерного технического общества (Авиавнито) решили взяться за постройку такого самолета. Так как проектно-конструкторские работы велись на базе Харьковского авиационного института, планеролету дали обозначение ХАИ-АВИАВНИТО-3. Руководили проектированием А.А.Лазарев и А.А.Кроль.

Для достижения высокого аэродинамического качества, так необходимого планеролету, аппарат решили делать по типу "летающего крыла". При постройке использовался весь опыт создания предыдущих харьковских "бесхвосток". Крыло размахом 22,2 м имело S-образный профиль с относительной толщиной у основания 14% и отрицательную геометрическую крутку. Чтобы увеличить длину центроплана, заднюю кромку сделали прямой. На ней располагались элевоны, а для управления по курсу кроме обычного руля направления на поверхности крыла установили пластины-интерцепторы. Они дейст-



“Осоавиахимовец ХАИ”
“П.П.Постышев”
“Безлонжеронка ХАИ”
ХАИ-4
ХАИ-АВИАВНИТО-3



Грузопассажирское "летающее крыло" ХАИ-АВИАВНИТО-3".

вовали дифференцированно, отклоняясь вверх одновременно с поворотом руля и вызывая крен, облегчающий выполнение разворота. Оригинально была решена проблема регулирования продольной балансировки. Для этого концы крыла сделали подвижными: с помощью штурвальчика в кабине их можно было поворачивать вокруг оси вверх и вниз на угол 10^0.

В центре крыла размещались две 5-метровые кабины на 6 человек каждая. Передние места обеих кабин предназначались для экипажа и были оборудованы штурвалом и педалями, но обычно самолет летал с одним летчиком, в правой кабине. Посадка осуществлялась через откидывающиеся вбок фонари кабин. В центре, между кабинами, находился серийный 100-сильный мотор М-11. Центральная часть крыла была выполнена из стальных труб. Внешние части — как на планере "Безлонжеронка ХАИ": деревянные, кессоные, с фанерной обшивкой. Толщина стенок кессона изменялась по размаху: от 8,5 мм у корня, где значение изгибающего момента максимально, до 1,5 мм на конце.

Летные испытания ХАИ-АВИАВНИТО-3 начались 23 сентября 1936 г. В этот день летчик ГВФ Э.И.Шварц выполнил 30-минутный полет "по коробочке". Потом было еще много полетов при взлетном весе аппарата от 1750 до 2000 кг. Выяснилось, что планеролет развивает максимальную скорость 130 км/ч, его посадочная скорость — 65 км/ч, длина разбега — 180 м, потолок — 2000 м, дальность полета — 180 км. "Во время испытаний, — вспоминал А.А.Лазарев, — выявилась хорошая устойчивость и управляемость планеролета. Выполнение посадки и виражей на "ХАИ-3" было несколько необычным благодаря своеобразной системе управления. Однако после того, как летчик осваивался с самолетом, пилотировать его становилось совсем не трудно."[5]

Таким образом, ХАИ-АВИАВНИТО-3 стал вторым, после БИЧ-7А, вполне удачным отечественным самолетом-"бесхвосткой". Значительно лучшие летные свойства харьковского планеролета по сравнению с ХАИ-4 показывают, какое большое влияние имеют длина носовой части фюзеляжа и величина продольного момента инерции на устойчивость и управляемость "бесхвостки". Полеты продемонстрировали также целесообразность применения интерцепторов для улучшения управляемости "летающего крыла".

После окончания испытаний в конце 1936 г. Бородин и Шварц перегнали ХАИ-АВИАВНИТО-3 в Москву. В первый день перелета летчики достигли Тамбова, преодолев без посадки 470 км.

В 1937—1938 гг. самолет использовался на местных авиалиниях Московской области, перевозя грузы, реже — пассажиров. Это был первый случай применения бесхвостого самолета в практических целях.

В 1936—1937 гг. в ХАИ строили вариант с двумя двигателями М-11. Он назывался ХАИ-АВИАВНИТО-8. Однако работа не была доведена до конца. Как выяснилось, идея планеролета в целом оказалась непрактичной. Маломощность этих аппаратов, как правило, не позволяла им совершать самостоятельный взлет, требовалась помощь самолета-буксировщика. Кроме того, полет на небольшой высоте при очень малой нагрузке на крыло, характерной для планеролетов, сопровождался сильной "болтанкой", что делало его неприятным как для пассажиров, так и для экипажа.

Источники и комментарии

1. В.С.Савин. Авиация в Украине. Харьков, 1995. С. 152.
2. В.С.Савин. Планета "Константин". История авиации и страны сквозь призму жизни конструктора Калинина. Харьков, 1994. С. 203.
3. П.Бенинг. На пути к "летающему крылу" // Самолет. 1934. № 13—14. С. 18.
4. В то время еще не знали, что увеличение нагрузки на крыло отрицательно влияет на устойчивость летательного аппарата, в первую очередь — динамическую.
5. А.Лазарев. ХАИ-3 // Юный моделист-конструктор. 1964. Вып. 10. С. 10.

6

„БЕСХВОСТКИ" АЛЕКСАНДРА ЛИППИША

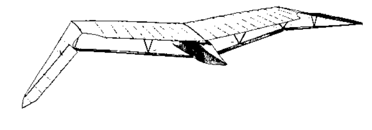
В предыдущих главах было рассказано о первых работах по бесхвостым самолетам и планерам в СССР, Великобритании, Франции, Швейцарии, Дании и Австро-Венгрии. Увлечение этой схемой не миновало и Германию. Наибольший вклад в развитие "бесхвосток" в этой стране сделал исследователь и конструктор Александр Липпиш (1894—1976 гг.).

Первое знакомство Александра с авиацией произошло в 1909 г. Позднее он писал: "У меня, четырнадцатилетнего берлинского школьника, остались незабываемые впечатления о демонстрационных полетах Орвилла Райта в сентябре 1909 г. Я жадно набросился на всю доступную мне литературу о первых опытах летания. Больше всего меня интересовали сообщения об успешных полетах аппаратов с самоустойчивыми крыльями."[1]

Затем грянула война. Сначала Липпиш служил в пехоте, а в 1918 г. получил назначение в авиационный отдел завода Цеппелина. Там он занимался вопросами аэродинамики самолетов. Но это продолжалось недолго: в ноябре 1918 г. Германия капитулировала, и, по указанию стран-победительниц, выпуск любых самолетов, которые могли быть использованы в военных целях, запретили.

"Отдушиной" для немецких летчиков и конструкторов стал планеризм. Как и многие другие, Липпиш занялся постройкой планеров, в том числе планеров-"бесхвосток". "Мой интерес к конструкциям типа "летающее крыло", — писал он, — возродился после успешных полетов планеров "Вельтензеглер", спроектированных техническим директором фирмы Вельтензеглер доктором Фрицем Венком. Крыло этих аппаратов напоминало крыло чайки. Мои длительные дискуссии с Фрицем Венком о путях достижения самоустойчивости крыла привели к пониманию основных законов устойчивости и очень помогли мне в дальнейшей конструкторской работе."[2]

Планер "Вельтензеглер", полеты которого пробудили в Липпише интерес к "бесхвосткам", имел необычную форму. Центральная часть крыла была нестреловидная, с постоянной хордой, а концы крыла отведены назад и вниз. С помощью этих наклонных законцовок и должна была обеспечиваться балансировка и управляемость планера. Шасси не было, для взлета несколько человек поднимали планер за крылья и бежали с ним против ветра.



Планер "Вестензеглер" разбился из-за недостаточной прочности крыла.

В 1920 г. летчик Пешкес осуществил на "Вельтензеглере" первый в мире парящий полет, продержавшись две минуты над местом старта без потери высоты. Этому способствовала удивительная легкость аппарата: при размахе крыла 16 м он весил всего 42 кг.

Как оказалось, легкость была достигнута за счет прочности. Это кончилось трагедией во время Ронских планерных состязаний 1921 г.: при полете у "Вельтензеглера" от порыва ветра обломились концы крыла и неуправляемый аппарат упал с высоты около 100 м, летчик погиб.[3]



Первый бесхвостый планер А.Липпиша.

Такую же, как у "Вельтензеглера", форму крыла имел планер "Шарлотта", построенный в 1922 г. студентами Берлинского технологического университета под руководством профессора А.фон Парсеваля. Планер участвовал в Ронских состязаниях 1922 г., но особых достоинств не показал. Его модификации 1923 и 1924 гг. отличались усиленной конструкцией и аэродинамическими тормозами на концах крыла вместо обычного вертикального руля направления. В 1924 г. на последнем варианте "Шарлотты" осуществлялись парящие полеты продолжительностью до 7 минут.

Таковы факты, на фоне которых началась авиаконструкторская деятельность А.Липпиша. Критически проанализировав опыт предшественников, Липпиш не стал копировать их конструкции. Он отверг чайкоподобное крыло "Вельтензеглера" из-за конструктивной сложности и прочностных недостатков. Крыло большой стреловидности, как у Данна, также было отвергнуто по причине его меньшей подъемной силы и большего веса. Самобалансирующееся прямое крыло с S-образным профилем страдало чрезвычайной чувствительностью к изменению центровки. Оптимальными свойствами, решил конструктор, будет обладать крыло небольшой стреловидности (15^0-20^0) со специальным профилем, обеспечивающим неизменность точки приложения подъемной силы.

Свой первый бесхвостый планер "Е2" Липпиш спроектировал в 1921 г. Ни средств, ни летного опыта у молодого конструктора не было, поэтому строил и испытывал аппарат летчик Готтлиб Эспенлауб. Это был верхнеплан с колесным шасси, на котором находилось сиденье пилота. Крыло размахом 10 м имело симметричный профиль "Геттинген-410", а балансировочную силу создавали слегка отклоненные вверх элевоны. Для улучшения путевой устойчивости под крылом установили кили.

Результаты испытаний были неважными. "Е2" мог летать, но летал плохо из-за небольшой подъемной силы симметричного профиля. Во время одного из полетов планер потерпел аварию, и Липпиш предпочел не восстанавливать малоудачный аппарат. Несколько лет конструктор занимался планерами обычной схемы, но в 1924 г. вновь обратился к схеме "бесхвостка".

Новый планер Липпиш не случайно назвал "Эксперимент". Его крыло было составлено из разнообразных профилей. В центральной части находились

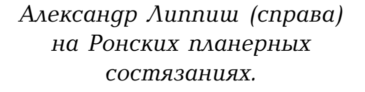
обычные искривленные профили, обладающие большой подъемной силой, которые сменялись симметричными, а на концах стояли профили обратной кривизны. Благодаря этому приему конструктор обеспечивал продольную балансировку и одновременно уменьшал обусловленные стреловидностью крутящие нагрузки на крыло.[4]

Липпиш сам испробовал "Эксперимент" в воздухе. Планирующие свойства улучшились, однако из-за небольшой стреловидности аппарат слабо реагировал на отклонение расположенных близко к центру тяжести рулей высоты (элевонов). В конце концов планер снабдили обычным хвостовым оперением.

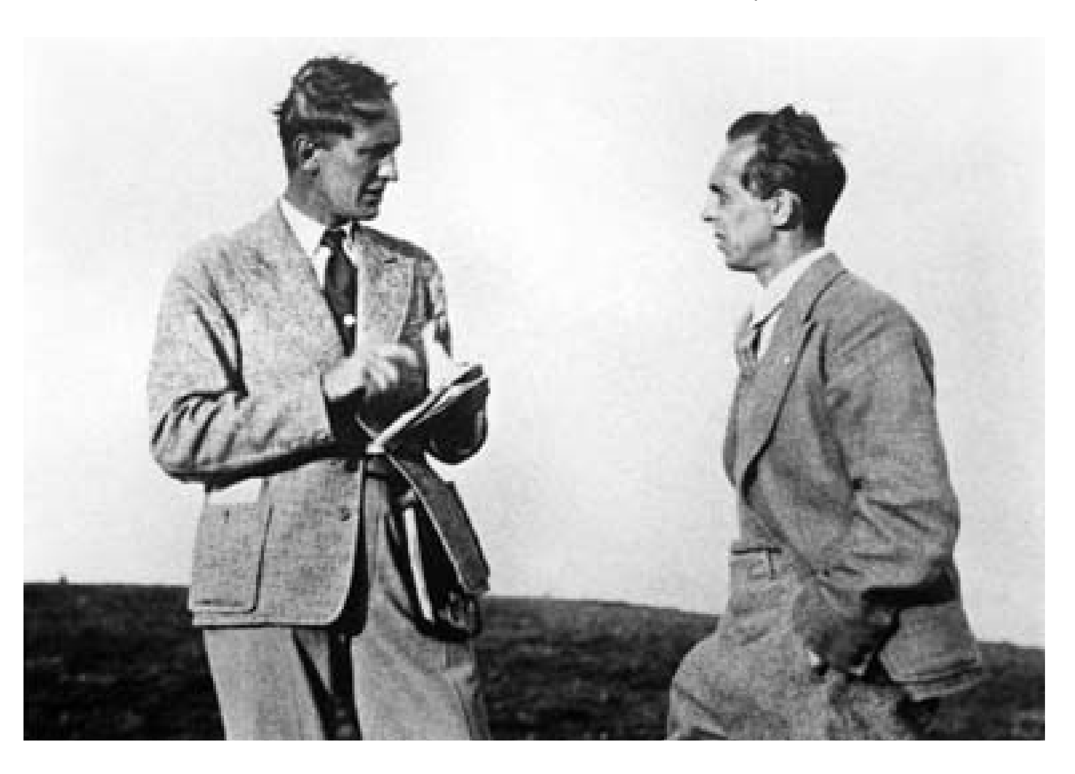
Итак, первые опыты не внушали оптимизма. Но Липпиш продолжал работать. В 1925 г. для этого открылись новые возможности — конструктор получил назначение на пост главы Авиационного отдела Научно-исследовательского института Рон-Розиттенского общества содействия парящему полету (впоследствии — Германский научно-исследовательский институт изучения парящего полета, DFS).

В рамках научных исследований института Липпиш провел серию экспериментов с большими свободнолетающими моделями и опыты в аэродинамических трубах. В результате он пришел к выводу о целесообразности применения в конструкции "бесхвосток" новых профилей с увеличенной кривизной и большей относительной толщиной, отличающихся значительной подъемной силой. Такие профили называются "профили Жуковского", так как были разработаны в России Н.Е.Жуковским.

Следующим этапом стало создание в институтских мастерских семейства бесхвостых планеров "Шторх". Первый "Шторх" построили в 1927 г. Он был значительно совершеннее первых "бесхвосток" Липпиша. Кроме нового профиля, планер отличался большим размахом крыла с более прочной двухлонжеронной конструкцией, усиленной подкосами, закрытой гондолой с прикрепленной снизу посадочной лыжей, новой формой элевонов. Балансировка, как и прежде, обеспечивалась аэродинамической круткой вдоль размаха.



Александр Липпиш (справа) на Ронских планерных состязаниях.





Планер "Шторх-II". Аппарат страдал плохой путевой устойчивостью.

Для лучшей устойчивости относительно продольной оси консоли крыла были отклонены вверх (на языке специалистов это называется "поперечное V крыла"). Крыло имело размах 12,2 м, а его площадь равнялась 22 м^2.

Испытывал "Шторх-I" опытный немецкий планерист Б.Неринг. Чтобы избежать частых поломок при посадке расположенных под крылом килей, в следующей модели, "Шторх-II", их поставили на крыле. На этот раз на планере летал Фриц Штаммер. Летчики отмечали плохую путевую устойчивость в полете и недостаточную эффективность элевонов — следствие малой стреловидности крыла. Устранение поперечного V крыла не дало заметных результатов.

В 1928 г. появился "Шторх-III", с новой гондолой с вертикальными стенками и с жестко закрепленными килями на крыле.[5] Для большего эффекта кили имели изогнутый профиль наподобие крыльевого, обращенный выпуклой стороной внутрь.

Указанные меры позволили, наконец, улучшить путевую устойчивость планера. Однако на отклонения элевонов "Шторх" по прежнему реагировал вяло. Проблему удалось решить в 1929 г. на следующей модели — "Шторх-IV". По совету ветерана планеростроения И.Этриха Липпиш таким образом переделал конструкцию этих рулевых поверхностей, что их ось вращения стала перпендикулярна продольной оси аппарата. Одновременно были изменены профиль элевонов и центровка планера. Гюнтер Гроенхоф, испытавший "Шторх-IV", остался очень доволен его качествами. Аппарат отличался хорошими планирующими свойствами, был устойчив и управляем на всех режимах полета. Так, шаг за шагом, Липпиш пришел к удачной конструкции планера-"бесхвостки".

В конце лета 1929 г. за крылом планера установили мотоциклетный двигатель DKW с толкающим винтом и вентилятором для лучшего охлаждения цилиндров. Мотопланер получил обозначение "Шторх-V". Восьми лошадиных сил, развиваемых двигателем, было недостаточно для взлета, поэтому "Шторх-V" стартовал по-планерному, с помощью резинового шнура-амортизатора, а затем уже совершал полет как самолет.

Несмотря на маломощный двигатель, летал "Шторх-V" хорошо. Об этом свидетельствует многочасовой перелет 25 октября 1929 г. Гроенхофа из Вассеркуппе, где работал Липпиш, в Берлин. В надежде на получение государственных субсидий для дальнейших работ по "бесхвосткам" на "Шторхе-V" был выполнен ряд демонстрационных полетов над берлинским аэродромом Тем-



"Шторх-V"— моторизованный вариант планера "Шторх-IV".

пельхоф. Субсидий не последовало, но необычной машиной неожиданно заинтересовалось руководство издательства "Ульштейн". Оно учредило специальный приз за 300-километровый беспосадочный полет на легкомоторном бесхвостом самолете типа "Шторх".

Липпиш и его коллеги ухватились за эту возможность и по возвращении в Вассеркуппе занялись подготовкой мотопланера к перелету. Для этого увеличили объем топливных баков, а чтобы уменьшить нагрузку на ручку управления элевоны снабдили триммерами.

К этому времени о бесхвостом мотопланере узнал летчик Герман Коль, прославившийся перелетом на "Юнкерсе" через Атлантический океан в 1928-г. Он попросил показать "Шторх" в полете. Несмотря на ненастную зимнюю погоду, Гроенхоф все же рискнул подняться в воздух. Из-за порыва ветра при посадке произошла авария. Гроенхоф не пострадал, но "Шторх-V" пришел в негодность.

Все еще надеясь выиграть приз, Гроенхофф на собственные средства начал строить новый самолет — "Шторх-VII". Для лучшей устойчивости и управляемости "бесхвостки" он увеличил стреловидность крыла до 35^0, применил S-образные крыльевые профили Мунка. Крыло было сделано свободнонесущим, без подкосов, с фанерной обшивкой. Расположенную под крылом кабину пилота увеличили, сзади установили новый двигатель мощностью 24 л.с. Для взлета и посадки как и прежде служила лыжа: таково было одно из условий призового перелета.

Постройка и доводки машины заняли почти два года. Срок полета на приз истекал в конце 1931 г. и, хотя уже надвигалась зима, Гроенхоф решился лететь. На этот раз все закончилось благополучно. Стартовав в Вассеркуппе, Гроенхоф через 1 час 55 мин. приземлил "Шторх-VII" на Темпельхофском аэродроме и получил обещанную награду.

Демонстрация возможностей "Шторхов" вызвала появление аналогичных по конструкции "бесхвосток", таких как планер "Марабу" Э.Филлиппа и планер Бейера (1932 г.). Это явление не миновало и нашу страну. В 1933—1934 гг. в Ленинградском аэроклубе И.К.Костенко и Б.В.Раушенбах построили по схеме "Шторха" планеры ЛАК-1 и ЛАК-2. ЛАК-2, появившийся на год позже, чем ЛАК-1, отличался от него свободнонесущим крылом и модифицированными элевонами с нестреловидной осью вращения, как на "Шторхе-IV". Оба аппарата участвовали во Всесоюзных планерных состязаниях. ЛАК-1 летал лучше и даже мог парить; на ЛАК-2 выполнили только один полет, так как из-за неправильной центровки управлять им было очень сложно.

Но вернемся к работам Липпиша. После знакомства с Колем они получили совершенно новое направление. Так же, как Липпиш, Коль видел будущее авиации в создании гигантских "летающих крыльев", способных преодолевать огромные расстояния. Несмотря на неудачную демонстрацию мотопланера "Шторх-V", Коль все же решил заключить контракт с Рен-Розиттенским обществом на проектирование и постройку "летающего крыла" и внес деньги, чтобы начать работу.

Для достижения максимальной толщины крыла, которое должно было вмещать пассажиров и грузы, Липпиш решил придать ему форму трапеции, как на БИЧ-8 Черановского. Самолет должен был иметь два двигателя, расположенные по оси самолета, один с тянущим, другой с толкающим винтом.[6]

Проектирование началось в 1930 г. Возглавляемая Липпишем конструкторская группа состояла всего из шести человек, причем одним из них был канадец, работавший бесплатно, "из любви к идее". Как и прежде, к цели шли последовательными шагами: сначала были опыты с моделями, затем —



"Дельта-I" на Темпельхофском аэродроме в Берлине.

постройка и испытания планера и, наконец, создание экспериментального одномоторного самолета — уменьшенного варианта трансконтинентального "летающего крыла".

Безмоторный прототип построили летом 1930 г. Его окрестили "Дельта-I", так как крыло по форме напоминало греческую букву "дельта". Конструкция крыла — двухлонжеронная, с фанерной обшивкой передней части. На задней кромке находились рули высоты и элероны, вертикальные кили с рулями направления стояли на концах крыла. Как на прежних "бесхвостках" Липпиша, продольная балансировка обеспечивалась особым набором профилей.

Испытывал "Дельту" неизменный Гюнтер Гроенхоф. После нескольких успешных полетов на планере решили установить двигатель. Это был английский Бристоль "Черуб" мощностью 30 л.с. — собственность капитана Коля. Его поставили сзади, так как считалось, что "бесхвостка" с толкающим винтом будет обладать лучшей путевой устойчивостью, а сам винт — б льшим КПД.[7] Для уменьшения высоты шасси крыло опустили вниз. Шасси было трехколесным, с управляемым носовым колесом — очень редкая в то время схема. Короткий фюзеляж имел закрытые кабины летчика и пассажира. Из-за значительной толщины профиля он был больше чем наполовину "погружен" в крыло. Летчик вместо привычной ручки пользовался штурвалом, как на тяжелых машинах — ведь самолет проектировался "с прицелом" на будущее большое "летающее крыло". Так как машина строилась на средства Коля, она была названа в его честь — "Дельта-I Герман Коль".



Во время демонстрационного полета.

Первые полеты "Дельты-I" с двигателем прошли в июне 1931 г. в Вассеркуппе. В воздухе самолет вел себя превосходно. Гроенхоф даже выполнял на нем "мертвые петли". Максимальная скорость самолета составляла 150 км/ч, потолок — 4000 м, посадочная скорость — около 50 км/ч.

Затем наступило время показать самолет в столице. Демонстрация полетов состоялась 25 сентября 1931 г. на Темпельхофском аэродроме. Гроенхоф превзошел сам себя. Он не только выполнял на "Дельте" сложнейшие маневры, но и специально вводил самолет в штопор и затем легко выходил из него.

На "Дельте" летал также капитан Коль. Один из его полетов едва не закончился трагедией. "Во время разбега, — вспоминал Липпиш, — "Дельта" вдруг подскочила в воздух и вновь коснулась полосы. От удара передняя стойка шасси сломалась. Коль сумел справиться с управлением и взлетел. Не подозревая о повреждении, он совершил продолжительный полет и заходил на посадку. Мы жестами пытались сообщить ему, что случилось, показывали оторвавшееся колесо. Он понял и со второй попытки благополучно приземлил самолет на заднюю пару колес и хвост."[8]

Во время дальних перелетов выяснилось, что на многих режимах рулевые поверхности создают большое усилие на ручке, которое утомляет пилота. Чтобы устранить этот недостаток, Липпиш установил подвесные рули с обратной кривизной профиля, как делал на своих "параболах" Черановский. По словам конструктора, модификация дала положительный эффект, и такие же рули стали применяться на других самолетах семейства "Дельта".[9]

Как и в случае со "Шторхом", демонстрационные полеты "Дельты-I" привели к появлению ее "двойников". Это, прежде всего, французский самолет Абриаля и Ожера с двигателем мощностью 95 л.с. и более тяжелый трехместный Ньюпор-941Т со 175-сильным "Сальмсоном". Сведения о полетах первого не публиковались, "Ньюпор" испытывался[10], но, по-видимому, так и не получил государственного свидетельства о пригодности к эксплуатации.

Польский бесхвостый самолет PZL-22 (1934 г.) также имел явное сходство с немецкой "Дельтой". Его спроектировал профессор Варшавского политехнического института Густав Мокржицкий. Это был одноместный деревянный моноплан с трапециевидным крылом размахом 11 м и расположенным сзади двигателем "Джипси Мэджор" мощностью 120 л.с. Шасси — трехколесное, с носовой опорой. Так как PZL-22 имел высокую кабину и сравнительно узкую колею шасси, возникли опасения, что самолет может опрокинуться при разбеге, и его испытания запретили.[11]

В ожидании государственных субсидий после демонстрации "Дельты-I" в Берлине прошло много месяцев. За это время специально для Гроенхофа Липпиш сконструировал одноместный вариант "Дельты" с 9-метровым крылом — "Дельта-II".

Французский Ньюпор-941Т по схеме весьма напоминал немецкую "Дельту".



На нем должен был стоять только что разработанный 24-сильный двигатель фирмы Урзинус. Обеспечить надежную работу двигателя не удалось, поэтому самолет так ни разу и не поднялся в небо.

Наконец, в 1932 г. Министерство авиации выдало заказ на постройку опытного самолета "Дельта-III" по типу первой "Дельты". Липпишу и его группе было поручено выполнить проектирование и сделать рабочие чертежи в соответствии со стандартами, применяемыми в немецкой авиаиндустрии. Строить же самолет должна была фирма Фокке-Вульф, расположенная в Бремене.

Радость от получения первого государственного заказа омрачило сообщение о гибели Гюнтера Гроенхофа. Он разбился на планерных состязаниях 1932 г. во время полета на спортивном планере-парителе "Фафнир". К этому несчастью добавился конфликт с Германом Колем, уставшим ждать финансовой поддержки для создания нового "летающего крыла" и выступившим с резкими нападками на Липпиша и других членов Рон-Розиттенского общества. После разрыва с Колем и возврата вложенных им в проект средств на планах создания большого "летающего крыла" пришлось поставить крест.

После гибели Гроенхофа на "Дельте-I" летали летчики, не имевшие опыта пилотирования "бесхвосток". Это дважды привело к авариям. К счастью, в обоих случаях удалось посадить самолет; расположенный за кабиной пропеллер мог бы превратиться в мясорубку, если бы летчику пришлось выпрыгнуть с парашютом. Учитывая опасность покидания машины в воздухе, Министерство авиации наложило запрет на полеты "Дельты".

Для подготовки пилотов Липпиш в 1933 г. построил учебный планер "Шторх-IX". Он отличался упрощенной конструкцией и новым профилем крыла. Год спустя испытывался его моторизованный вариант "Шторх-IXb" с двигателем Бристоль "Черуб", 30 л.с. Для установки двигателя в носу самолета пришлось удлинить переднюю часть фюзеляжа. Это привело к ухудшению путевой устойчивости по сравнению с планером.

Описанные выше обстоятельства задержали появление "Дельты-III". Она была готова только в 1934 г. В соответствии с первоначальным проектом самолет был снабжен двигателем "Аргус" с толкающим винтом. Но так как в это время уже действовал запрет на испытания летательных аппаратов с такой компоновкой, двигатель и винт пришлось перенести вперед. После этого летчик Вигмейер выполнил на самолете весь комплекс предварительных испытаний. Однако во время перелета в Государственный авиационно-испытательный центр в Рехлине произошла серьезная авария. На этом работы по "Дельте-III" были прекращены.

Кроме правительственного контракта в 1932 г. Липпиш получил заказ от частной авиационной фирмы Физелер. Ему предлагалось сконструировать спортивный двухместный самолет для европейских авиаралли 1932 г. Самолет назвали "Дельта-IV Веспе" ("Оса"). По сравнению с "Дельтой-I" он имел меньшее по размерам и более тонкое крыло. Вертикальных килей было три: два на концах крыла и один на фюзеляже. Самолет оснастили двумя двигателями "Побджой" мощностью по 75 л.с. Один находился впереди, другой — в хвостовой части фюзеляжа.

Спешка при проектировании в связи с приближающимися состязаниями сказалась на летных качествах самолета. Он имел длинный разбег, посредственные полетные характеристики, плохую устойчивость. Поэтому в конце 1932 г. фирма Физелер прервала его испытания.

Липпиш попытался улучшить машину, установив вблизи передней кромки крыла дополнительное крылышко с рулями высоты. Это позволяло сделать короче разбег и облегчить взлет, так как рули при этом отклонялись вниз, а

не вверх, как на обычной "бесхвостке", и создавали направленную вверх аэродинамическую силу. Кроме того, вспомогательное крылышко работало как щелевой предкрылок, предотвращая срыв потока у основания крыла. Однако, как выяснилось, одновременно возросла опасность срыва потока с концов крыла и потери работоспособности расположенных там рулей. Это и послужило причиной аварии модифицированного самолета.

DFS выкупило поврежденный аппарат у фирмы Физелер в надежде доработать его и доказать потенциальные возможности самолета. Согласно указу Министерства авиации двигатель с толкающим винтом сняли, и машина превратилась в одномоторную. Ликвидировали также дополнительное крылышко перед основным крылом. Этот вариант получил обозначение "Дельта-IVa".

Самолет вновь испытывал Вигмейер. Во время одного из полетов со специальным "высотным" винтом летчик неправильно рассчитал посадку, и самолет выбежал за границу аэродрома. Чтобы избежать столкновения с препятствием, Вигмейер попытался вновь поднять машину в воздух, но сделал это слишком резко. "Дельта" перевернулась через крыло и рухнула на землю. Самолет был полностью разрушен, сам же Вигмейер, как ни странно, остался невремдим. После этого случая он решил больше не рисковать и уволился из DFS. Но злой рок все же настиг его: в скором времени он погиб на самолете Ju-52, испытывая новое бортовое оборудование.

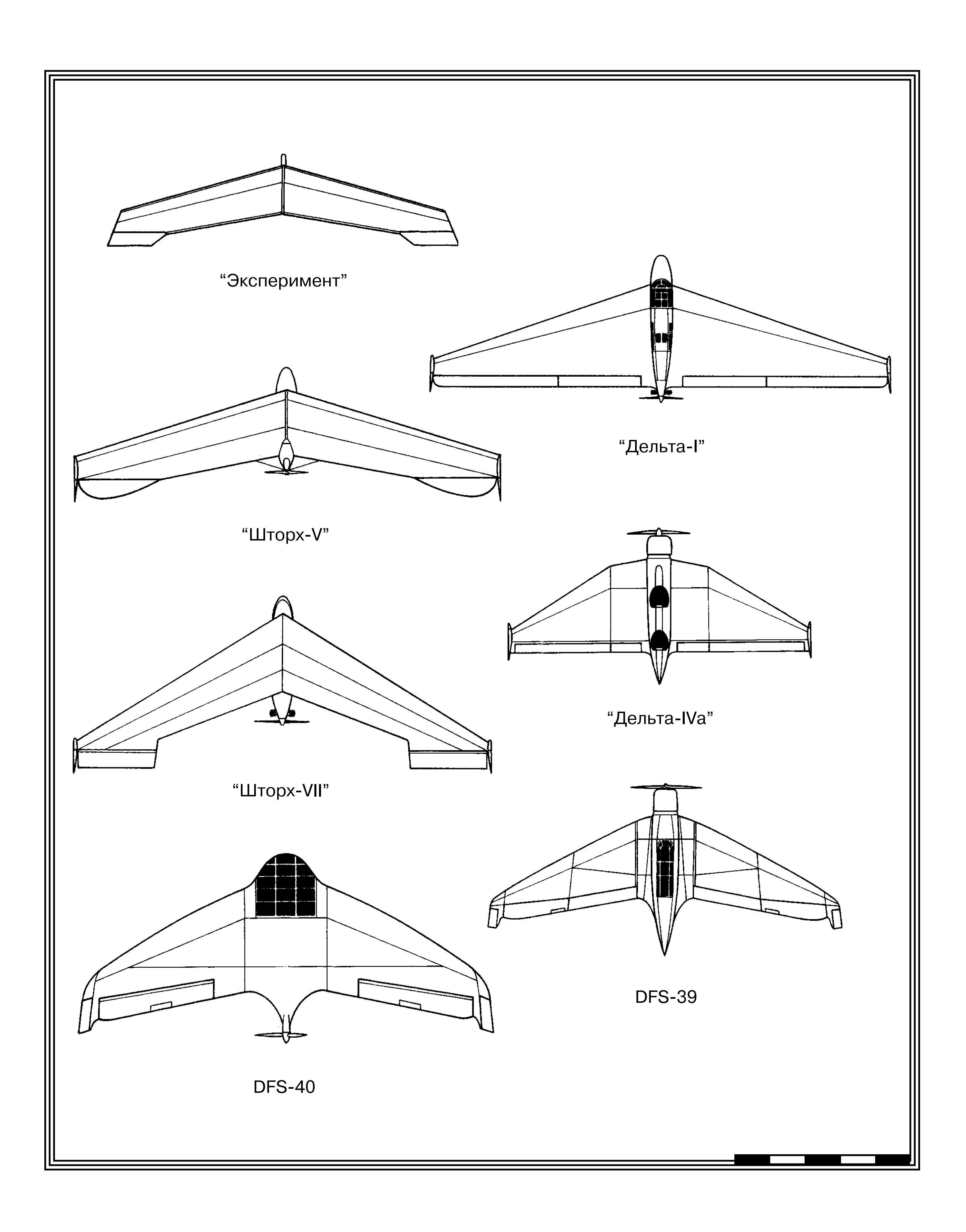
Череда аварий "бесхвосток" Липпиша положила конец терпению руководителей авиационного министерства. Специальная комиссия вынесла следующий приговор: "Тип "Дельта" не оправдал надежд и этот тип летательного аппарата не может привести к появлению пригодного для практических нужд самолета".[12]

Казалось бы, на этом в развитии семейства самолетов "Дельта" можно было поставить точку. Однако руководитель DFS профессор Вальтер Георги каким-то образом сумел убедить государственных чиновников в необходимости продолжить исследования и даже "выбил" небольшую субсидию на проектирование нового самолета. Его назвали "Дельта IVb".

Несмотря на тот же порядковый номер, новая машина очень сильно отличалась от прежней "Дельты". По существу, это был другой самолет. Для улучшения продольной устойчивости стреловидность крыла по передней кромке увеличили до 30^0, а чтобы избежать излишнего сужения крыла, провоцирующего ранний срыв потока, заднюю кромку тоже сделали стреловидной. В результате название "Дельта" перестало соответствовать форме крыла; теперь это была стреловидная "бесхвостка". Кроме формы изменили и профилировку крыла: отныне ее образовывали "самоустойчивые" профили NACA. Чтобы сгладить воздушный поток за винтом, над передней кромкой корневой части крыла установили фиксированный щелевой предкрылок.

Существенным переделкам подверглись органы путевой устойчивости и управления. Вертикальные кили Липпиш заменил отогнутыми вниз под углом 45^0 концами крыла. Расположенные там подвижные поверхности выполняли функции рулей направления, следующими, по направлению к оси самолета, были элероны, затем — рули высоты. Чтобы законцовки не задевали о землю при посадке, основной части крыла придали заметную V-образность. В результате при виде спереди крыло приобрело форму вытянутой буквы "М".

Так как точка приложения подъемной силы из-за большей стреловидности крыла сместилась назад, для соблюдения центровки самолет сделали одноместным, ликвидировав переднюю кабину. Для большей прочности конструкцию фюзеляжа изготовили из соединенных сваркой стальных труб.



“Эксперимент”
“Дельта-I”
“Шторх-V”
“Дельта-IVa”
“Шторх-VII”
DFS-39
DFS-40



Одна из последних винтомоторных "бесхвосток" Липпиша "Дельта-IVb".

"Дельту-IVb" построили в 1935 г. Испытывал ее талантливый летчик Хайни Диттмар, ставший достойной заменой Гроенхофу в команде Липпиша. Полеты показали, что вследствие значительной стреловидности самолет имеет слишком большую продольную устойчивость и поэтому вяло реагирует на управление. Тогда угол стреловидности крыла уменьшили до 23^0, а на клинообразной хвостовой части фюзеляжа установили дополнительный руль направления. Кабину вновь сделали двухместной. После модификации самолет получил официальное обозначение "Дельта-IVc", но так как все работы проводились в DFS, его чаще называли по другому: DFS-39.

DFS-39 показал отличные летные свойства и этим восстановил репутацию конструктора, сильно пошатнувшуюся после пяти лет неудач. Диттмар выполнял на нем весь комплекс фигур высшего пилотажа и даже такой рискованный маневр, как "перевернутый штопор". В 1936 г. Государственный испытательный центр выдал лицензию на использование DFS-39 в качестве двухместного спортивного самолета.

Последним довоенным самолетом А.Липпиша стал экспериментальный DFS-40 ("Дельта-V"). Он был сделан по схеме "летающее крыло" и предназначался для изучения преимуществ и недостатков такой компоновки. Крыло по форме напоминало крыло DFS-39, но имело больший размах — 12 м. Летчик размещался в застекленной кабине, занимавшей переднюю часть утолщенного центроплана, плавно переходящего в крыло (сейчас такая схема называется "интегральной"). За кабиной находился двигатель "Аргус" мощностью 100 л.с. Аэродинамические исследования показали, что коэффициент минимального аэродинамического сопротивления DFS-40 составляет 0,018, т.е. заметно меньше, чем при использовании традиционной схемы, а максимальное аэродинамическое качество равно шестнадцати.[13]

В 1939 г. Х.Диттмар испытал DSF-40 и дал положительный отзыв о самолете. Но вскоре Липпиш и Диттмар перешли на фирму Мессершмитт для работы над истребителем с ракетным двигателем, и экспериментальное "летающее крыло" осталось в DFS без хозяина. В конце 1939 г. в одном из первых полетов из-за неправильной центровки самолет попал в штопор и разбился. Летчик сумел спастись на парашюте.

Применение аэродинамической крутки крыла в сочетании со сравнительно небольшим углом стреловидности позволило Липпишу улучшить несущие свойства "бесхвосток". Так, "Шторх-V" мог уверенно летать и выполнять различные маневры с двигателем мощностью всего 8 л.с. Другим аспектом влияния Липпиша на развитие "бесхвостки" было пропагандистское значение демонстрационных полетов его наиболее удачных планеров и самолетов, о которых писали газеты и журналы разных стран.

О работах Александра Липпиша в годы второй мировой войны вы узнаете из глав "Первые реактивные бесхвостки" и "Дельта-крыло".

Источники и комментарии

1. A.Lippisch. The delta wing. Ames (Iowa), 1981. P. 1.
2. Там же. С. 2.
3. F.Wenk. Neuere Flugzeuge der Segelflugzeugwerke. G.m.b.H, Baden-Baden // ZFM. 1922. № 15. S.213–214.
4. A.Lippisch. Versuch mit neuartigen Flugzeugtypen // ZFM. 1928. № 12. S. 274–281. Липпиш был убежден, что является автором идеи использования различных профилей вдоль размаха (аэродинамическая крутка). Однако, как уже известно читателю, впервые это сделал

Д.Данн в 1911 г. Правда, наряду с аэродинамической, Данн использовал также геометрическую крутку крыла.

5. На первых "Шторхах" кили могли поворачиваться на некоторый угол, автоматически устанавливаясь "по ветру". Таким образом, они не влияли на путевую устойчивость и служили только для противодействия скольжению на крыло при вираже.
6. A.Lippisch. Das Problem des schwanzlosen Flugzeuges und seine Weiterentwicklung zum N r-flugelflugzeug // ZFM. 1932. № 22. S. 653–658.
7. Успешные полеты БИЧ-7А с тянущим винтом не дают оснований считать, что расположение винта заметно влияет на путевую устойчивость. Если говорить о КПД, то в случае "летающего крыла" с толстым профилем, как у "Дельты-I", толкающий винт действительно предпочтительнее.
8. Lippisch. The delta wing. P. 23.
9. Там же. С. 24.
10. L'Aeronautique. 1932. № 163. P. 390.
11. A.Glass. Polskie konstrukcje lotnicze 1893–1939. Warszawa, 1976. S. 244–245.
12. Lippisch. The delta wing. P. 34.
13. Lippisch. The delta wing. P. 42. Для сравнения: у воздушного "почтового экспресса" Нортроп "Альфа" (США) C_{xo}=0,0274, $K_{\text{макс}}$=11,3.

7

„ЛЕТАЮЩИЕ ТАРЕЛКИ"

Начало работ по самолетам с крылом малого удлинения в США напоминает историю создания бесхвостого планера Этриха и Велса. В один из осенних дней 1926 г. врач из штата Индиана Клойд Снайдер обратил внимание на грациозный полет падающих на землю листьев клена. Он провел опыты с бумажными моделями аналогичной формы и выяснил, что они тоже могут устойчиво планировать. Тогда у Снайдера созрела мысль построить самолет.

Если стимулом для начала работ послужили наблюдения за природой, то по конструкции самолет Снайдера был близок к проекту "Виталия" Б.И.Черановского (1922 г.), о котором американский врач, конечно, не знал. Так же, как Черановский, наилучшей схемой Снайдер считал "летающее крыло" малого удлинения. Крыло должно было иметь размах 30 м и такую же ширину. При относительной толщине профиля 15% внутри крыла свободно могли разместиться и пассажиры, и экипаж. Прозрачная передняя кромка обеспечивала бы всем прекрасный обзор.

Основное отличие от проекта Черановского заключалось в форме крыла: если российский изобретатель полагал наивыгоднейшей параболу с прямой задней кромкой, то Снайдер решил сделать прямой переднюю кромку, придав остальной части крыла овальные очертания. Другими словами, крыло Снайдера — это "парабола" Черановского наоборот.

В те же годы крыло малого удлинения привлекло внимание американского аэродинамика Чарльза Циммермана. Он провел в НАКА серию экспериментов в аэродинамической трубе и пришел к неожиданному выводу, что на больших углах атаки у крыла в форме диска отношение коэффициента максимальной подъемной силы к коэффициенту минимального аэродинамического сопротивления примерно на 20% больше, чем у обычного крыла. Было установлено также, что применение малого удлинения позволяет оттянуть срыв потока до очень больших углов и способствует улучшению продольной устойчивости и управляемости самолета схемы "бесхвостка".[1]





Первое детище К.Снайдера — планер S-1.

Эрап S-2 был лучшим из дисковидных самолетов Снайдера и Хоффмана.



"Бесхвостка" S-2 (на заднем плане) и самолет S-4 с горизонтальным оперением на киле.

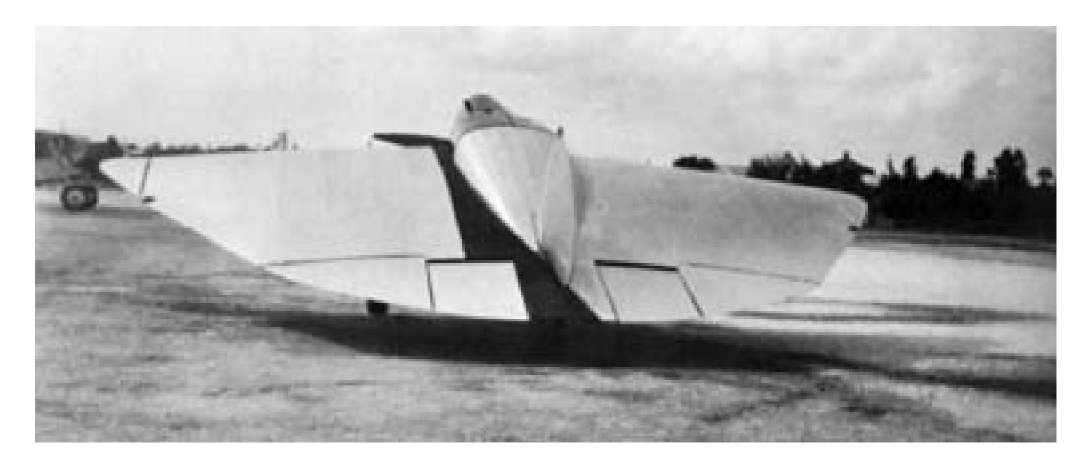
Воодушевленный выводами ученого, Снайдер решил приступить к созданию пилотируемого аппарата. Планер-"летающее крыло" построили с помощью учащихся местной школы в 1932 г. Он походил на срезанный спереди диск. Сзади, как принято, находился руль высоты, а вот органы путевого и поперечного управления были расположены весьма необычно. Рули направления стояли позади двух вертикальных гребней, идущих вдоль всего крыла и выполняющих функции килей. Сверху к этим гребням крепились элероны, имеющие такую же, как у крыла, полукруглую форму.

Планер неплохо летал, но после установки на передней кромке крыла четырехцилиндрового мотоциклетного двигателя мощностью 26 л.с. летные свойства аппарата, известного как S-1, заметно ухудшились. Тогда Снайдер решил привлечь на помощь профессионала — немецкого инженера-эмигранта Рауля Хоффмана. Они организовали фирму Эрап (Arup), название которой происходит от двух английских слов — "air" ("воздух") и "up" ("вверх"). Летчиком-испытателем фирмы стал Глен Дулиттл, кузен знаменитого авиагонщика Джимми Дулиттла.

За недолгое время своего существования фирма Эрап выпустила три самолета: S-2, S-3 и S-4. Из них "бесхвосткой" был, собственно говоря, только один — S-2, остальные имели на киле горизонтальный стабилизатор с рулями высоты. Однако из-за дисковидного крыла все эти машины продолжали выглядеть весьма экзотично и получили прозвища "летающая тарелка" или даже "летающий блин".[2]

Самым удачным из самолетов оказался Эрап S-2. Хоффман установил на нем 40-сильный авиационный двигатель Континентал А-40. Самолет имел фюзеляж с закрытой кабиной и обычное однокилевое оперение. В крыле, имеющем удлинение 1,4, применили S-образный профиль М-6 с относительной толщиной 10%. Сзади находились две секции рулей высоты, между ними — поверхность, служащая для продольной балансировки в полете. Элероны "плавающего" типа представляли собой выступающие вбок законцовки крыла.

Первый полет S-2 произошел в апреле 1933 г. Потом было выполнено много демонстрационных полетов, в том числе — перед представителями НАКА и ВВС. Самолет неплохо слушался рулей, благодаря малому удлинению крыла мог летать на очень больших углах атаки, отличался необычно высоким диапазоном скоростей: при максимальной скорости 156 км/ч посадочная составляла всего 37 км/ч. Столь малой посадочной скоростью самолет был



Бесхвостый самолет Р.Хоффмана, построенный в 1935 г.

обязан "воздушной подушке" — сжатому воздуху, образующемуся под широким крылом при приземлении.

Очевидцы полетов удивлялись и восхищались, но ни одного заказа не последовало — уж очень необычно выглядел самолет. К тому же, его аэродинамическое качество было в 2—3 раза меньше, чем у "нормальных" самолетов, и поэтому экономичностью расхода топлива S-2 похвастаться не мог.

В 1933 г. Хоффман ушел от Снайдера, решив самостоятельно добиваться успеха. Вскоре после этого фирма Эрап прекратила существование, а Снайдер вернулся к более прибыльной врачебной практике.

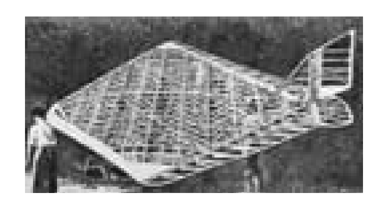
Свой новый самолет Р.Хоффман построил в 1935 г. в городе Санкт-Питерсбург, штат Флорида, на средства одного американского промышленника. Он имел более мощный двигатель, измененную форму элеронов, не выступающих теперь за обводы крыла, несколько б льшие размеры и удлинение крыла. Это была двухместная машина, сидения летчика и пассажира располагались бок о бок. Профиль основной части крыла был как на самолете S-2, на концах стоял симметричный профиль М-1. Для лучшего обзора из кабины передней кромке придали небольшую стреловидность. Центроплан крыла, фюзеляж и киль были изготовлены из стальных труб, внешние части крыла — деревянные, с полотняной обшивкой.

Испытания проходили вполне успешно. Самолет Хоффмана мог летать со скоростью до 215 км/ч, при этом посадочная скорость составляла 45 км/ч, т.е. диапазон скоростей был еще выше, чем у S-2. Конструктор рассчитывал на интерес массового покупателя, пропагандируя свое творение как безопасный "летающий автомобиль". Но все решила трагическая случайность: в одном из полетов обломилась трубка подачи топлива, возник пожар и объятый пламенем самолет рухнул на землю. Летчик не успел выбраться из кабины и погиб вместе с самолетом.

Одно время у конструкторов Снайдера и Хоффмана и аэродинамика Циммермана появились приверженцы за рубежом. В Италии Ф.Канова в 1935 г. построил бесхвостый планер с ромбовидным крылом с размахом 5,9 м и удлинением 2. Выбор такой формы крыла, скорее всего, был вызван желанием улучшить обзор из кабины и увеличить расстояние до расположенных сзади рулей высоты и направления. Крыло имело обычный профиль, элероны и рули высоты, занимающие всю заднюю кромку — перевернутый. Максимальное аэродинамическое качество аппарата достигалось при угле атаки 6^0, а при 26^0 — максимальный коэффициент подъемной силы.[3]

Планер испытывал М.Гарбелл. Согласно его отчетам, продольная устойчивость аппарата была хорошей, а благодаря свойствам крыла малого удлине-

ния можно было снижаться почти вертикально, как на парашюте. Вместе с тем, из-за неравномерного обтекания киля на больших углах атаки, на которых только и мог летать планер, и недостаточной поперечной устойчивости короткого крыла трудно было выдерживать направление полета и аппарат раскачивало из стороны в сторону.



Каркас планера Ф.Кановы.

Несмотря на этот недостаток, Канове удалось добиться от правительства средств на постройку двух экспериментальных самолетов, одного — с двигателем "Аэроника" мощностью 36 л.с., другого — с английским "Джипси" в 130 л.с. Катастрофа, произошедшая при испытаниях одной из указанных машин, прервала дальнейшие работы.

Чуть позже, в 1936 г., французский конструктор-любитель из города Дьепа Р.Пайен построил и испытал одноместный самолет "Униплан" с крылом размахом 5 м и с двигателем мощностью 40 л.с. По форме крыла и расположению органов управления "Униплан" напоминал ромбовидный самолет Кановы, однако стреловидность передней кромки была меньше, а профиль крыла — тоньше. На самолете было выполнено много полетов, причем не только в 30-е годы, но и после войны, когда машину подремонтировали и установили новый двигатель.

Особое место среди первых "бесхвосток" с крылом малого удлинения занимает самолет "Стрела" (САМ-9) воронежского авиаконструктора Александра Сергеевича Москалева. Особое потому, что в основу машины был положен проект высокоскоростного самолета с крылом, напоминающим своими очертаниями пулю. Позднее такая форма, представляющая собой разновидность треугольного крыла малого удлинения, получила название готической. "Стрела" явилась прообразом сверхзвуковых реактивных "бесхвосток" послевоенных лет.[4]

Все началось в 1933 г., когда Москалев, возглавлявший по совместительству кафедру аэромеханики Воронежского университета, познакомился с немецкими материалами по изучению наивыгоднейшей формы снаряда. Это привело конструктора к мысли, что если скорость самолета будет приближаться к скорости снаряда, то и по форме он должен напоминать снаряд.[5] Так родился проект скоростного истребителя схемы "летающее крыло" "Сигма" (САМ-4). Крыло очень малого удлинения с килями на концах должно было иметь размах 5,5 м и площадь 33 м^2. Самолет предполагалось снабдить двумя двигателями водяного охлаждения М-100 мощностью по 760 л.с., приводящими в движение соосные винты. Шасси могло убираться в полете. Расчетный вес "Сигмы" составлял 3080 кг.

В сентябре 1934 г. Москалев отправил чертежи и расчеты в Москву. Там проект натолкнулся на скептическое отношение специалистов и вскоре попал в архив. Предложение Москалева построить легкомоторный экспериментальный самолет "Стрела" аналогичной схемы тоже не встретило поддержки.

На этом бы все и закончилось, но вскоре из-за рубежа стали поступать сообщения об экспериментах с самолетами с крылом малого удлинения и об аэродинамических особенностях такого крыла. Последовал правительственный запрос, и тогда вспомнили о проекте Москалева. В начале 1937 г. в ЦАГИ провели продувки модели, а 10 мая 1937 г. вышло постановление Комитета Обороны при СНК СССР "О треугольном самолете". В нем говорилось:

"1. Учитывая результаты проведенного в ЦАГИ изучения аэродинамических характеристик моделей треугольного самолета "Стрела", показывающие высокую устойчивость как продольную, так и пути у моделей этого типа, а также преимущества их в отношении уменьшения вредных сопротивлений — признать необходимым продолжать дальнейшие исследования моделей в

*Фотографии продувочной модели самолета "Стрела",
которая исследовалась в аэродинамической трубе ЦАГИ
весной 1937 г.*



направлении выявления возможности применения этой схемы в качестве самолета и летающей торпеды, для чего:

а) построить одноместный планер типа "Стрела";

б) вести в ЦАГИ разработку телеуправляемого (управляемого на расстоянии — Д.С.) планера-торпеды "Стрела";

в) построить авиэтку "Стрела" с маломощным мотором для изучения моторного полета самолета подобной схемы и вопросов взлета и посадки".[6]

Из трех намеченных пунктов в полной мере был выполнен только последний. Планер, который строили в ЦАГИ, не испытывался, так как самолет изготовили раньше и безмоторный летательный аппарат оказался не нужен, а работы по управляемой крылатой ракете прекратились после того, как НКВД в 1937 г. арестовало единственного в ЦАГИ специалиста по дистанционно управляемому оружию А.В.Надашкевича.

Экспериментальный самолет "Стрела" построили в ОКБ А.С.Москалева в Воронеже. На нем установили французский двигатель воздушного охлаждения Рено мощностью 140 л.с. В отличие от "Сигмы", на "Стреле" стоял обычный киль с рулем направления. Из-за небольших размеров самолета фюзеляж заметно выступал из крыла, т.е. теперь это была "бесхвостка", а не "летающее крыло". Конструкция — деревянная, с фанерной обшивкой крыла и полотняной — рулей. Шасси — неубираемое.

Работы шли быстро, и уже через два с небольшим месяца после выхода правительственного постановления самолет был готов. Машина строилась как секретная, поэтому ее изготавливали в отдельном закрытом помещении, а для испытаний перевезли на запасной аэродром тяжелых бомбардировщиков в 10 км от города. Там в конце июля 1937 г. летчик-испытатель ОКБ А.Н.Гусаров начал наземные испытания "Стрелы". Во время одной из пробежек самолет опрокинулся, но летчик не пострадал.

В начале августа в Воронеж прибыла государственная комиссия из Москвы под руководством начальника ЦАГИ И.К.Проценко. Предполагалось, что летать на "Стреле" будет опытный испытатель "бесхвосток" Б.Н.Кудрин. Но произошло неожиданное: Кудрин наотрез отказался садиться в кабину самолета, у которого, по его словам, нет не только хвоста, но и крыльев. Тогда решили поручить испытания Гусарову. 7 августа он впервые поднял в воздух необычный самолет. А.С.Москалев пишет: "Утром, примерно в 10 часов 30 минут, летчик отрулил самолет к краю аэродрома, а члены комиссии разместились недалеко от его центра, договорившись с летчиком, что первый полет он сделает вблизи комиссии. После обычных формальностей и разрешения председателя комиссии товарища Проценко летчик А.Н.Гусаров дал газ и самолет начал разбег, быстро набирая скорость. Подняв хвост самолета, летчик задержал отрыв, так как комиссия была еще далеко, и, набрав 150 км/ч скорости (а может быть и больше), резко потянул ручку на себя. И вот, на глазах оторопевших членов комиссии, находившихся в 15—20 метрах от бегущего самолета, последний резко взмыл в воздух на высоту около 15 метров и одновременно стал быстро крениться влево, пока его плоскости не оказались вертикально к земле. Все замерли, ожидая катастрофы. Прошло мгновение, показавшееся вечностью, а в следующий миг крен летчиком был ликвидирован и самолет, нормально пролетев 1200—1500 м почти до конца большого аэродрома, плавно и легко опустился на землю в нормальном положении, то есть на три точки."[7]

После полета наблюдатели и летчик пришли к выводу, что внезапный крен был вызван влиянием винта — короткое крыло плохо "гасило" его реактивный момент. После случившегося Гусаров тоже отказался летать на "Стреле".

На этом заводские испытания пришлось закончить, самолет погрузили в кузов грузовика, накрыли брезентом и под охраной перевезли в Москву, на Центральный аэродром, где тогда находился Отдел летных испытаний ЦАГИ.

Летчики с интересом рассматривали необычный самолет, делали на нем пробежки, но желающих летать не находилось: все знали о случившемся во время полета Гусарова. Наконец молодой летчик-испытатель ЦАГИ Н.С.Рыбко вызвался полететь на "Стреле". 28 августа 1937 г. он поднял самолет в воздух.[8]

Согласно заданию, в первом полете следовало выполнить круг над аэродромом и приземлиться. Однако вместо этого самолет двинулся по прямой на бреющем полете и, едва не задев за верхушки деревьев, скрылся из глаз. Радиосвязи с летчиком не было, и никто не мог понять, что же случилось. Все ожидали худшего, но скоро пришло сообщение, что самолет благополучно приземлился на аэродроме в Тушине.

О том, как происходил этот полет первого в мире самолета с треугольным крылом малого удлинения, можно узнать из воспоминаний самого Рыбко, написанных им в 1977 г.:

"...Разбег прошел как обычно. Как только начали приближаться гражданские самолеты аэропорта, я стал увеличивать угол атаки и самолет, оторвавшись от земли, медленно начал набирать высоту. Высота над аэропортом была метров 20—25.

Таким образом, техника взлета была мною угадана правильно. Однако избыток мощности мотора был невелик, поэтому я побоялся делать развороты и возвращаться на Центральный аэродром. Лечу прямо на Тушинский аэродром. Одно явление с поведением самолета меня смутило: он непрерывно покачивался с крыла на крыло. Амплитуда колебания и частота были невелики. В конце концов я даже перестал их парировать. Эти непрерывные колебания все таки имели место и усложняли первые полеты.

Пробовал я изменить диапазон скорости в небольших пределах, 180—220 км/час, но больших результатов это не дало. Времени в моем распоряжении было очень немного и, не искушая судьбу, я сделал посадку на Тушинском аэродроме.

Посадку я произвел с мотором, работающем на средних режимах. Планировать с задросселированным мотором было, конечно, опасно.

На посадке все рули работали нормально и поперечные колебания, имевшие место в полете, особенно никак не проявлялись. Даньность моего первого полета была примерно 15—20 км. Таким образом, "Стрела" может летать — это было доказано."[9]

Как показали проведенные в ЦАГИ исследования, причина необычного поведения самолета заключалась в аэродинамических особенностях крыла малого удлинения. Если на обычном самолете оптимальный угол атаки при наборе высоты равен 7^0-9^0, то на "Стреле" он должен был быть примерно вдвое больше. Так как подниматься с таким углом для летчика непривычно, Рыбко попросил установить в кабине указатель угла атаки и в следующем полете, состоявшемся в конце сентября, уже ориентировался на показания этого прибора.

На этот раз летчик благополучно набрал высоту 1500 метров. Самолет нормально маневрировал и обладал продольной устойчивостью, случаев самопроизвольного переворота на бок, чего так боялись летчики, не отмечалось. Однако полеты по-прежнему сопровождались колебаниями вокруг продольной оси на угол 5^0-7^0. Это было следствием недостаточной путевой устойчивости машины: из-за малого удлинения и, следовательно, небольшой подъемной силы крыла полет должен был происходить на увеличенном угле атаки и





Модель и рисунок "Стрелы". Фотографий этого интересного самолета, к сожалению, не сохранилось.

образующиеся за крылом вихри "затеняли" вертикальное оперение. Такие колебания в авиационной литературе получили название "голландский шаг" — так же в развалку ходят непривыкшие к земной тверди голландские моряки.

В феврале 1938 г. Рыбко выполнил на "Стреле" еще четыре полета. Они производились с заснеженной поверхности Плещеева озера, расположенного примерно в 150 км к северу от Москвы. Для взлета и посадки колеса заменили на лыжи. Последний полет состоялся в мае 1938 г. на Центральном аэродроме, уже в колесном варианте. Замер максимальной скорости не делали, посадочная скорость была 110—120 км/ч на колесах и 130—140 км/ч с лыжным шасси. Обзор в полете признали удовлетворительным, а при взлете и посадке — недостаточно хорошим. Больше всего беспокоили поперечные колебания. Поэтому полеты решили прекратить и отправить самолет в Воронеж для доработки, а затем, летом 1938 г., провести повторные испытания.[10]

На заводе в Воронеже площадь вертикального оперения самолета увеличили на треть. Как на зло, проливные дожди сделали местный аэродром не-

пригодным для полетов, и приехавший из Москвы Рыбко не смог испытать модифицированный самолет. Позднее на "Стреле" летал Гусаров. Поперечных колебаний больше на наблюдалось.

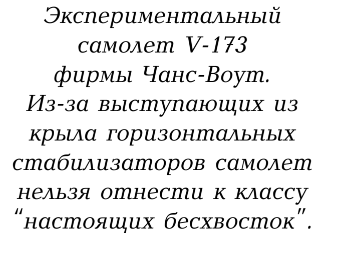
Однако к этому времени Москва потеряла интерес к "треугольному самолету". Из-за малого удлинения крыла он уступал в маневренности и потолке обычным самолетам, а заметных преимуществ в скорости при использовании поршневого двигателя треугольное крыло не давало.[11] В конце 1938 г. по указанию властей "Стрелу" уничтожили. Время треугольных "бесхвосток" еще не пришло.

В рассматриваемый период в СССР появился еще один проект бесхвостого самолета с треугольным крылом малого удлинения. Его автором был сотрудник ОКБ Калинина П.Я.Козлов. Самолет должен был иметь крыло прямолинейных очертаний с удлинением около двух, т.е. по форме крыла он еще больше походил на будущие реактивные "бесхвостки". Однако это не более, чем совпадение, так как самолет не предназначался для высоких скоростей. Это был проект "летающего автомобиля", и малое удлинение Козлов выбрал исключительно из соображений компактности и лучших срывных характеристик крыла.[12]

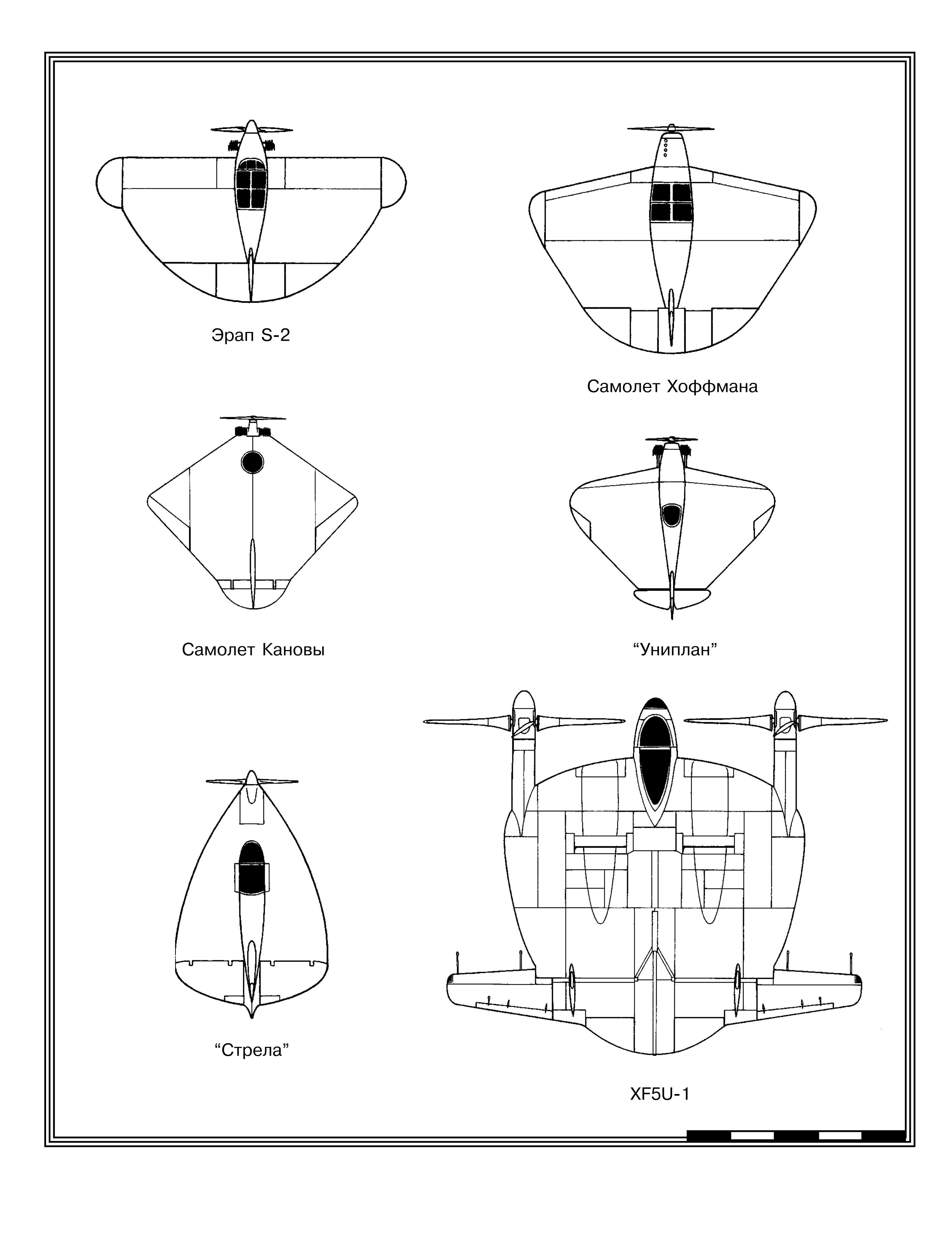
Заключительным моментом в истории винтомоторных аппаратов с крылом малого удлинения стало создание самолета, получившего прозвище "Летающий блинчик". Его построил Ч.Циммерман, тот самый исследователь крыльев малого удлинения, работы которого повлияли на появление "Эрапов" Снайдера и Хоффмана.

Вначале Циммерман подходил к изучению особых форм крыла только как ученый, но после сообщений об удачных полетах в США дископодобных самолетов решил попробовать себя как конструктор.

Циммерман задумал построить аппарат, который мог бы взлетать и садиться вертикально, как вертолет, а лететь горизонтально, как самолет.[13] Для вертикального взлета и посадки он предполагал использовать специальные низкооборотные винты большого диаметра. Они устанавливались на концах крыла и должны были крутиться в стороны, противоположные направлению вращения сходящих с крыла вихрей. Это позволяло уменьшить индуктивное


Экспериментальный самолет V-173 фирмы Чанс-Воут. Из-за выступающих из крыла горизонтальных стабилизаторов самолет нельзя отнести к классу "настоящих бесхвосток".




Эрап S-2
Самолет Хоффмана
Самолет Кановы
“Униплан”
“Стрела”
XF5U-1

сопротивление, составляющее основную часть аэродинамического сопротивления крыла малого удлинения и таким образом повысить аэродинамическое качество самолета.

Крыло по форме напоминало крылья самолетов фирмы Эрап, только удлинение было меньше — 1,3. Сзади из крыла выступали вбок цельноповоротные рулевые поверхности — элевоны, имелись также два киля с рулями направления.

В 1937 г., после успешных опытов с летающей моделью, работы Циммермана поддержала фирма Чанс-Воут, занимающаяся, главным образом, созданием палубных истребителей. Циммерман проектировал свой аппарат как трехместный пассажирский самолет, своего рода "летающий автомобиль". Однако руководство фирмы не заинтересовалось коммерческим вариантом и предложило ученому построить самолет как прототип будущего истребителя. Циммерману ничего не оставалось, как согласиться.

Одноместный экспериментальный самолет получил обозначение V-173. Он был снабжен двумя двигателями Континентал А-80 мощностью по 80 л.с. Каждый из них вращал "вертолетный" трехлопастный винт пятиметрового диаметра.

Первый полет V-173 — одного из самых необычных самолетов в истории авиации — состоялся 23 ноября 1942 г. Его выполнил шеф-пилот фирмы Чанс-Воут Бун Гайтон. Он продолжался 13 минут и прошел, в целом, успешно, если не считать слишком большой нагрузки на ручке управления. Этот недостаток устранили, после чего испытания продолжились.

До марта 1947 г., на V-173 выполнили 190 полетов, общее время налета составило 132 часа. Небольшая мощность двигателей не позволяла "блинчику" Циммермана взлетать по-вертолетному, но длина разбега была всего 60 м, а при встречном ветре 13 м/с самолет отрывался от земли без разбега. Максимальная скорость полета составляла 222 км/ч, потолок — 1524 м. Несколько раз из-за неполадок в двигателях происходили аварии, но благодаря очень малой посадочной скорости самолета обходилось без серьезных поломок. После испытаний аппарат передали на хранение в Смитсонианский институт в Вашингтоне.

На основе экспериментального V-173 фирма Чанс-Воут построила палубный истребитель XF5U-1 с двумя двигателями Пратт-Уитни R-2000-7 мощностью 1100 л.с. каждый. По расчетам, максимальная скорость истребителя должна была быть 740 км/ч, посадочная — всего 32 км/ч. XF5U-1 появился в 1945 г., когда война почти закончилась и особой необходимости в новых типах самолетов не было. К тому же, наступала эра реактивной авиации, поэтому винтомоторный истребитель уже не интересовал военных. В результате летные испытания XF5U-1 отменили, и в 1948 г. самолет пустили на слом.

Источники и комментарии

1. C.Zimmerman. Characteristics of Clark Y airfoils of small aspect ratios // NACA Report № 431. Washington, 1932. Еще раньше, в 1921—1922 гг., на аналогичные преимущества крыла малого удлинения указывал Б.И.Черановский (см.: Архив Научно-мемориального музей Н.Е.Жуковского, № 5320/2). Однако отсутствие в те годы достаточно совершенной техники эксперимента не позволило доказать справедливость этих утверждений.
2. A.R.Weyl. The biology of flying saucer //Aeroplane. 1948. Vol. 74. P. 82.
3. Там же. С. 387.
4. Вообще говоря, первый проект самолета-"бесхвостки" с треугольным крылом малого удлинения появился свыше 100 лет назад (Д.Батлер, Э.Эдвардс. Патент Великобритании № 2115, 19.07.1867 г.). Более того, это был проект реактивного самолета! Однако ни малейшего от-

ношения к высоким скоростям ни схема самолета, ни его двигатель не имеют. Стреловидная форма была выбрана по образу и подобию школьных "бумажных стрел", популярных у детворы и в наши дни. Мысль же о реактивном принципе движения (самолет должен был лететь под действием струи сжатого пара) объясняется желанием изобретателей подыскать более легкий двигатель, чем паровая машина

5. А.С.Москалев. Голубая спираль. Автобиографическая повесть. Воронеж, 1995. С. 34—35.
6. РГАЭ. Ф. 8328. Оп. 1. Д. 888. Л. 5.
7. Москалев. С. 72.
8. Там же. С. 74. Заместитель Москалева, Л.Б.Полукаров, приводит другую дату полета: 19 сентября 1937 г. ("Из истории авиации и космонавтики". Вып. 35. М., 1978. С. 120).
9. Н.С.Рыбко. Мои воспоминания о полетах на самолете "Стрела" // Архив Научно-мемориального музея Н.Е.Жуковского.
10. РГАЭ. Ф. 8328. Оп. 1. Д. 1027. Л. 37.
11. По оценке ЦАГИ, применение схемы "Стрелы" на истребителе с мотором М-103 мощностью 1000 л.с. давало выигрыш в скорости всего 9 км/ч, тогда как скороподъемность по сравнению с самолетом обычной схемы оказалась бы почти вдвое меньше (РГАЭ. Ф. 8328. Оп. 1. Д. 888. Л. 2—4).
12. П.Я.Козлов. Заявка на авторское свидетельство на изобретение самолета-автомобиля от 27 июля 1936 г. Справка № 198229/4. См., также, "Из истории авиации и космонавтики". 1990. Вып. 61. С. 32—33.
13. Патент США № 2108093, 30.04.1935 г.

8

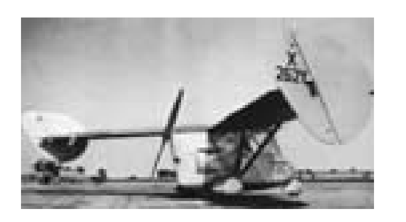
„ЭРРОУБИЛ" И ДРУГИЕ ЛЕГКОМОТОРНЫЕ САМОЛЕТЫ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ 30-х — НАЧАЛА 40-х ГОДОВ

К середине 30-х годов завершился чисто экспериментальный этап в развитии "бесхвосток". Накопленный за два десятилетия опыт позволил создать ряд удовлетворительно летающих бесхвостых самолетов, что, в свою очередь, дало возможность приступить к работам над самолетами коммерческого или военного назначения.

Оценка первых бесхвостых самолетов и планеров приводила к выводу, что среди всего многообразия исследованных схем имеется две, дающие наилучшее сочетание летных свойств. Одной из них является схема со стреловидным крылом, толкающим винтом и килями на концах крыла ("Шторх-V", "Птеродактиль" Mk.IV). Другая хорошо зарекомендовавшая себя компоновка основывалась на применении широкого у основания крыла со стреловидной передней и прямой задней кромками, короткого фюзеляжа, тянущего винта и расположенного по центру вертикального оперения (БИЧ-7А, ХАИ-АВИАВНИТО-3). Поэтому большинство "бесхвосток" второй половины 30-х и начала 40-х годов строили по одной из этих двух схем.

Летчик и конструктор из Калифорнии Вальдо Уотермен был приверженцем стреловидных "бесхвосток". На основе этой схемы он задумал создать "летающий автомобиль". Эта идея в 30-е годы была очень популярна в США. По мнению ее основоположника, руководителя Авиационного отдела Департамента коммерции Ю.Видала, "авиафорд" должен был иметь максимальную скорость полета 160 км/ч, малую длину разбега и стоить как обычный автомобиль" — 500—1000 долларов.[1]

Отсутствие хвоста делало самолет дешевле и, главное, компактнее: при отстыкованных крыльях "бесхвостка" занимала бы в гараже не больше места, чем автомобиль. Выбор же Уотерменом стреловидного крыла с отрицательной круткой был сделан, скорее всего, с учетом опыта постройки фирмой Берджес самолетов такой схемы в годы первой мировой войны.



“"Эрроубил" Вальдо Уотермена

Первый прототип "летающего автомобиля", названный конструктором "Уотсит", представлял собой самолет с низкорасположенным крылом, закрытой кабиной и установленным сзади двигателем. Он оказался неустойчивым в полете. Виной этому были неправильная центровка и расположенный намного выше крыла пропеллер, влиявший при работе на продольное равновесие самолета.

Значительно лучше летала следующая машина Уотермена — двухместный "Эрроуплейн". Конструктор перенес крыло наверх, расположив его в одной плоскости с осью винта, и увеличил угол стреловидности с 20 до 30 градусов.

Органами управления служили обычные для стреловидной "бесхвостки" элевоны и кили с рулями направления на концах крыла. Размах крыла равнялся 12,2 м, мощность двигателя — 100 л.с., взлетный вес — 860 кг. Максимальная скорость полета была 176 км/ч, посадочная — 65 км/ч.

Летом 1935 г. летчик Гейси перелетел на "Эрроуплейне" из Калифорнии в Вашингтон, без всяких происшествий преодолев расстояние 4300 км за 35 часов летного времени. По словам летчика, самолет хорошо управлялся и был абсолютно невосприимчив к "штопору".[2]

Эта демонстрация возможностей самолета помогла Уотермену заключить контракт с известной автомобилестроительной фирмой Студебейкер на постройку пробной партии "летающих автомобилей". Внешне новый самолет не сильно отличался от "Эрроуплейна", но внутри было сделано немало изменений. Вместо авиационного двигателя на "Эрроубиле", как назвали самолет, установили 100-сильный мотор фирмы Студебейкер, работающий на обычном автомобильном бензине. Радиатор и панель приборов также были как у "Студебейкеров". С помощью специальной трансмиссии мощность могла переключаться с винта на задние колеса, переднее колесо управлялось из кабины. Крылья были сделаны легкосъемными, и трансформация самолета в трехколесный автомобиль занимала не более 5 минут. Из-за более тяжелого автомобильного двигателя и установки трансмиссии взлетный вес самолета увеличился до 1170 кг, но благодаря "облагороженному" экстерьеру (закрытые обтекателями колеса и др.) максимальная скорость полета возросла до 185 км/ч.

Первый полет на "Эрроубиле" выполнили 21 февраля 1937 г. Вскоре из сборочного цеха выкатили еще два самолета. Все три "летающих автомобиля" участвовали в национальных авиагонках 1937 г. в Кливленде, штат Огайо, а затем были показаны публике во время перелета по восточным и центральным штатам Америки. Самолет обладал отличной устойчивостью и сохранял



Конструктор пытается убедить полицейского, что "Эрроубил" со снятыми крыльями — такое же дорожное средство, как обычный автомобиль.



X-1 В.Мак-Гинти — явное подражание "летающему автомобилю" Уотермена.

направление полета, когда пилот отпускал ручку управления, был безопасен в отношении штопора, легко взлетал и садился. Но был один существенный недостаток: вместо рекомендованных Видалом 500—1000 долларов "Эрроубил" стоил около 7000 долларов.[3]

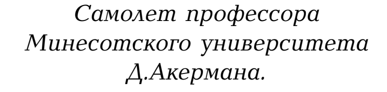
В 1938 г. фирма Студебейкер попала в полосу экономических трудностей и не смогла финансировать широкомасштабный выпуск "Эрроубилей", ограничившись постройкой пяти самолетов. Все грандиозные замыслы Уотермена рухнули в одночасье. Попытки найти нового спонсора оказались безрезультатными — чувствовалось приближение большой войны, фирмы были заняты выполнением военных заказов, и идея "летающего автомобиля" уже не привлекала производителей.

Еще одной попыткой создания "авиафорда" стал самолет X-1 Вальтера Мак-Гинти, сотрудника авиационной фирмы Бэтуинг (1939 г.). По схеме X-1 был похож на "Эрроубил", но имел одноместную кабину и менее мощный двигатель "Побджой" в 40 л.с. "Летающим автомобилем" его назвать нельзя, так как, пробежав при испытании почти 2 км, он из-за недостаточной мощности двигателя так и не смог оторваться от земли.

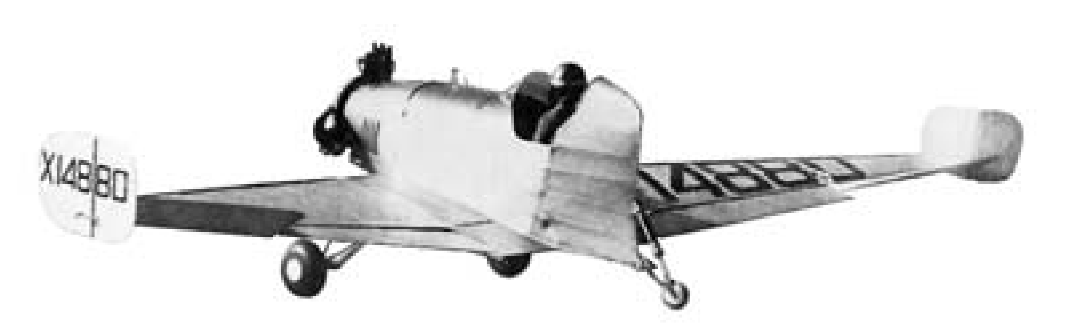
Не все американские конструкторы "бесхвосток" были сторонниками стреловидного крыла. Так, профессор Миннесотского университета Джон Акерман считал, что стреловидные самолеты Данна, Хилла и других вообще не являются "бесхвостками", так как их отведенные назад крылья с рулями и вертикальными килями — ни что иное, как раздвоенный хвост. Поэтому на своем одноместном бесхвостом самолете он установил крыло трапециевидной формы. На концах стояли шайбы-кили с рулями, на задней кромке — элевоны и балансировочные закрылки. Для того, чтобы улучшить срывные характеристики крыла, вдоль передней кромки была прорезана щель. Самолет имел трехцилиндровый двигатель воздушного охлаждения с тянущим винтом.

Машину построили в 1936 г. силами студентов авиационного факультета университета. Акерман взялся сам испытать ее. Был совершен только один короткий полет, так как выяснилось, что профессор не имеет летной лицензии и поэтому не может быть испытателем. Начальство распорядилось убрать самолет на склад, где он и простоял до 1970 г., когда его передали на хранение в Смитсонианский институт в Вашингтоне.

Нестреловидное крыло имел и бесхвостый самолет H-70-71. Его изготовила в 1937 г. фирма Мэнеджмент энд Ресерч по заказу Департамента коммерции США, курировавшего программу разработки безопасного легкого самолета массового пользования. Это был двухместный моноплан с закрытой кабиной и расположенным сзади двигателем "Менаско" мощностью 95 л.с. Функцию ру-



Самолет профессора Минесотского университета Д.Акермана.





Летчик-испытатель Д.Тейлор около "безопасного" самолета Н-70-71.

лей направления выполняли две пары поворотных килей на крыле, для управления по высоте и крену имелись четыре секции рулей за крылом.

Самолет оказался далеко не таким безопасным, как ожидали. В начале 1938 г. произошла авария. После ремонта полеты продолжил известный американский летчик-испытатель Джимми Тейлор. Испытания проходили несколько лет, с большими перерывами. В августе 1945 г., после 50 часов налета, вновь случилась авария и самолет списали как бесперспективный.

Наибольшей оригинальностью среди американских легкомоторных "бесхвосток" отличался одноместный самолет Джорджа Корнелиуса "Маллард".



"Бесхвостка" с крылом обратной стреловидности "Маллард". По мнению ее конструктора, Д.Корнелиуса, опасность "штопора"на этом самолете была аблолютно исключена.

Он имел крыло обратной стреловидности, как на гоночном самолете Ланверлена-Беррера. Другой необычной особенностью "Малларда" была система управления. Вместо элеронов и рулей высоты конструктор предпочел сделать поворотным все крыло. Поворот консолей крыла мог совершаться одновременно или дифференцированно. В первом случае происходило изменение угла наклона траектории, во втором — угла крена. Кроме этого, благодаря особой конструкции крепления к фюзеляжу крыло могло самостоятельно поворачиваться на небольшой угол, демпфируя воздействие случайных порывов ветра. По мнению Корнелиуса, конструктивные особенности "Малларда" давали полную гарантию от таких явлений, как срыв потока или штопор.[4]

Испытания проводились в 1943 г. на военно-воздушной базе под Дайтоном, штат Огайо. По сообщениям печати, самолет нормально летал и мог развивать скорость 225 км/ч.[5] В 1944 г. на его основе построили буксирный грузовой планер XFG-1, который предполагалось использовать в качестве летающей цистерны для дозаправки бомбардировщиков. Но война вскоре закончилась, и планер не понадобился.



Французский SE.2100.

Другой легкомоторной "бесхвосткой", сконструированной в годы второй мировой войны, был французский двухместный самолет SE.2100. Его спроектировал Пьер Сатр. Закрытая пассажирская кабина, трапециевидное крыло с "шайбами" на концах, толкающий винт и трехколесное шасси с носовым колесом делали самолет похожим на другие "бесхвостки" 30-х годов. Снабженный двигателем Рено "Бенгали" мощностью 140 л.с., SE.2100 совершил первый полет 4 октября 1945 г.[6] Известно, что он прошел успешно, но больше упоминаний об этой машине не встречается.

Среди зарубежных "бесхвосток" рассматриваемого периода был и двухмоторный самолет. Он появился в Англии перед самым началом войны. Создателем этой экспериментальной машины являлся инженер Густав Лахманн, известный в авиации как изобретатель предкрылка.

Лахманн родился в Германии в 1896 г., во время первой мировой войны служил в немецкой истребительной авиации. После войны, когда Германии запретили иметь военную авиацию, Лахманн некоторое время работал в аэродинамической лаборатории Людвига Прандтля, затем был консультантом по вопросам авиации в Японии, а в 1929 г. перебрался в Англию и стал работать в аэродинамическом отделе самолетостроительной фирмы Хендли Пейдж.

В 1936 г. Лахманн предложил главе фирмы Фредерику Хендли Пейджу построить экспериментальный бесхвостый самолет. В его конструкции предполагалось применить новшество, позволяющее использовать посадочную механизацию крыла без опасности нарушить продольное равновесие "бесхвостки". Для этого на некотором расстоянии перед крылом Лахманн решил установить на шарнире небольшое крылышко. В горизонтальном полете оно, как флюгер, устанавливалось "по потоку" и мало влияло на общее сопротивление самолета. Во время приземления летчик с помощью гидросистемы мог увеличить угол атаки переднего крылышка, чтобы уравновесить пикирующий момент, возникающий при отклонении посадочных закрылков.[7]

Хендли Пейдж благосклонно отнесся к предложению и даже организовал на фирме для Лахманна проектно-исследовательский отдел. Строительство самолета вела небольшая частная фирма Дарт, так как производственные мощности Хендли Пейджа были загружены подготовкой к выпуску бомбардировщиков "Хемпдэн" и "Галифакс".

Хендли Пейдж HP.75 "Мэнкс" ("Бесхвостая кошка"), как назвали экспериментальный самолет, был готов в 1939 г. Система управления передней балансировочной поверхностью еще только отрабатывалась, поэтому на самолете



Экспериментальный самолет Хендли Пейдж "Мэнкс". Он проходил испытания более пяти лет.

ее не было. Дополнительное крылышко планировали установить позднее, после испытаний "Мэнкса" в виде обычной "бесхвостки".

Самолет имел цельнодеревянную конструкцию. В обтекаемом фюзеляже находилось две кабины: летчика и наблюдателя. Крыло с размахом 12,2 м имело прямой центроплан и стреловидные консоли. На нем располагались два двигателя "Джипси Мэджор" с толкающими винтами, мощностью по 140 л.с. каждый. Органы управления были типичные для "бесхвостки" — элевоны на крыле и рули направления на килях, установленных по концам крыла. На передней кромке перед элевонами имелись предкрылки. Шасси — трехопорное, с управляемым передним колесом. Боковые стойки в полете могли убираться в мотогондолы. Взлетный вес самолета равнялся 1800 кг.

Начавшаяся война нарушила все планы. Так как Лахманн формально оставался германским подданным, его, как представителя вражеского государства, интернировали в Канаду, позднее — перевезли на о.Мэн, расположенный между Англией и Ирландией. Летчики-испытатели были заняты отражением атак немецких самолетов, и изучением оставшегося без хозяина "Мэнкса" долгое время никто не занимался. Когда же о самолете вспомнили, то оказалось, что из-за непогоды многие элементы деревянной конструкции подгнили и летать на нем опасно. На этом бы все и закончилось, но в 1942 г. в Англии началась разработка проекта скоростного дальнего бомбардировщика AW-50 типа "летающее крыло" и НР.75 решили использовать для предварительных экспериментов.

За год "Мэнкс" подновили и модифицировали — на фюзеляже поставили дополнительный киль. Балансировочное крылышко перед крылом так и не установили: контактов с Лахманном в то время не было и он не имел возможности "проталкивать" эту идею. 25 июня 1943 г. летчик-испытатель Толбот поднял самолет в полет. Воздушный поток сорвал фонарь кабины, поэтому полет пришлось прервать через 10 минут после старта. Дальнейшие испытания прошли без происшествий, и к концу 1945 г. было сделано 29 полетов суммарной продолжительностью 16 часов 53 минуты. По отзывам Толбота и сопровождавшего его Э.Райта, "Мэнкс" обладал отличной устойчивостью и мог летать с одним неработающим двигателем. Правда, летные характеристики были весьма скромные: максимальная скорость — 235 км/ч, потолок — 3250 м. Но большего от экспериментальной машины и не требовалось.

В декабре 1945 г. Толбот и Райт погибли при испытаниях другого опытного самолета. После этого "Мэнкс" только дважды поднимался в воздух. Он уже выполнил свое предназначение: все необходимые данные о "бесхвостке" были собраны и использовались при постройке реактивного "летающего кры-



Самолет Г-39 "Кукарача", построенный в мастерских Военно-воздушной академии РККА в Москве. Несмотря на свои обтекаемые формы, он не смог оторваться от земли.

ла" фирмы Армстронг-Уитворт. Простояв несколько лет без использования, в 1952 г. самолет был пущен на слом.[8]

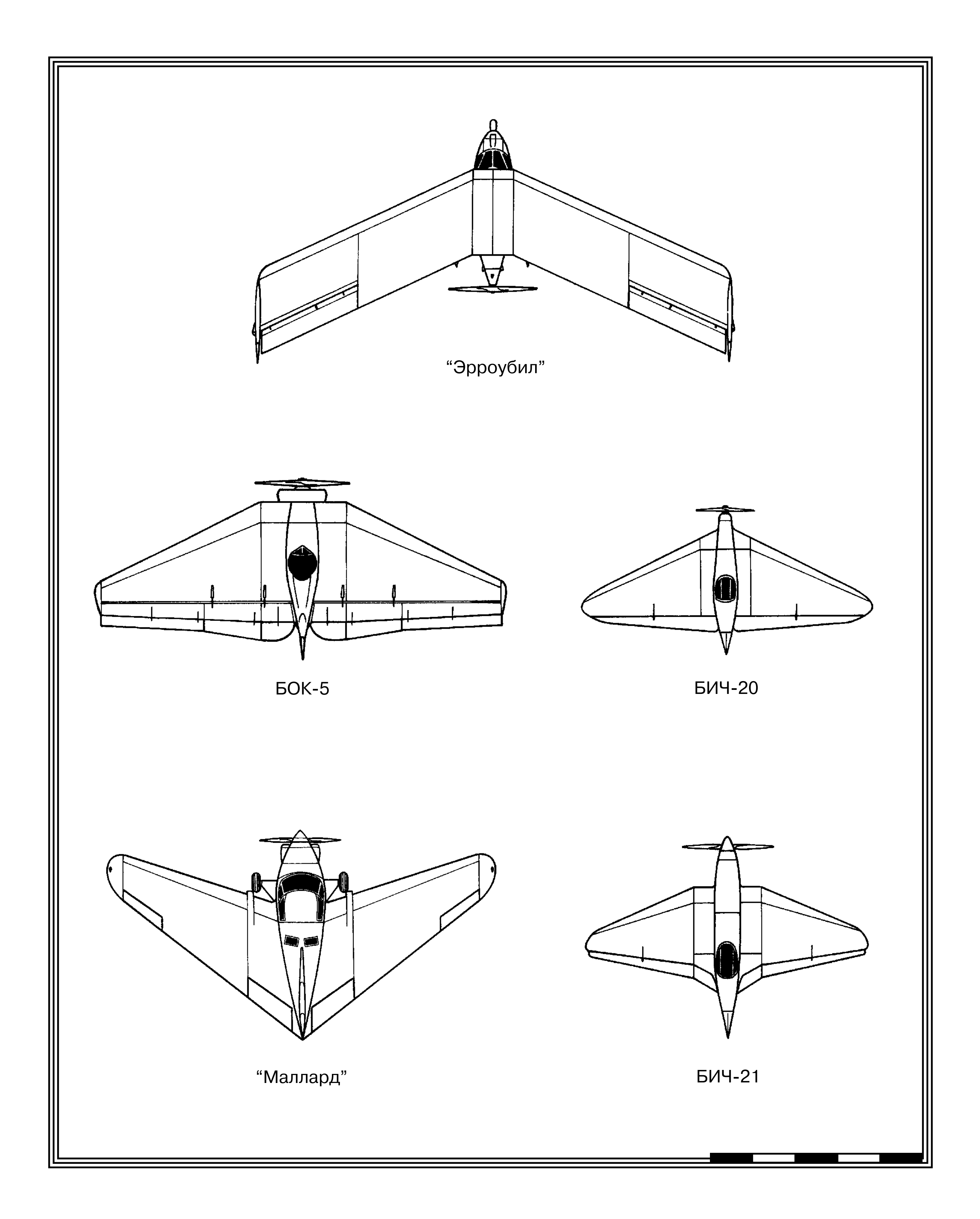
Ряд легкомоторных самолетов-бесхвосток появился во второй половине 30-х годов и в СССР. Некоторые из них неплохо летали.

Первым и единственным в нашей стране бесхвостым самолетом со стреловидным крылом был одноместный экспериментальный Г-39 "Кукарача". Его построили в 1935 г. в мастерских Военно-воздушной академии в Москве по заданию конструктора П.И.Гроховского. Руководили проектированием сотрудники академии С.Г.Козлов, В.Ф.Болховитинов и А.Е.Каминов. Судя по обтекаемым формам фюзеляжа, самолет проектировался "с прицелом" на создание на его основе скоростного истребителя. Крыло имело стреловидность 35^0, ближе к концам располагались кили с рулями направления. В задней части сигарооборазного фюзеляжа установили двигатель М-11 и толкающий винт. Материал конструкции — дерево, фанера, полотно. При испытаниях самолет не смог оторваться от земли.[9]

Еще одной советской "бесхвосткой", появившейся в московском небе в 1935 г., был легкий двухмоторный самолет конструкции Путилова. Александр Иванович Путилов одним из первых предложил строить самолеты из нержавеющей стали, а в 1931 г. возглавил специальное конструкторское бюро по созданию стальных самолетов. Они так и назывались — "Сталь".

В творческих планах Путилова был 18-местный пассажирский самолет-"летающее крыло" "Сталь-5" с двумя двигателями М-34Ф мощностью по 860 л.с. Для проверки летных свойств будущей машины ОКБ Путилова в 1935 г. построило уменьшенный прототип авиалайнера с размахом крыла 6 м и двумя двигателями "Сальмсон" по 45 л.с. каждый. Это был одноместный моноплан с коротким трапециевидным крылом, на концах которого выступали "шайбы" вертикального оперения. К задней кромке крыла крепились элероны и рули высоты в виде подвесных закрылков перевернутого профиля. Каркас самолета был изготовлен из нержавеющей стали, крыло имело фанерную обшивку, рули — полотняную.

Самолет испытывали летчики В.В.Карпов и Я.Г.Пауль. Во время полета выяснилось, что самолет достаточно устойчив, но очень строг в пилотировании и реагирует на малейшее движение ручки управления.[10] Поэтому летать на



“Эрроубил”
БОК-5
БИЧ-20
“Маллард”
БИЧ-21

нем было трудно, и Путилов решил отказаться от постройки пассажирского "летающего крыла".

Намного лучшие результаты показали самолеты В.А.Чижевского БОК-5 и Б.И.Черановского БИЧ-20 и БИЧ-21.

Одноместный БОК-5 с мотором М-11 часто описывают как спортивный самолет. В действительности же он проектировался как экспериментальный прототип бесхвостого бомбардировщика БОК-6 с двумя моторами М-34, включенного в план работ Бюро особых конструкций.[11] Бомбардировщик так и не построили, а вот БОК-5 прошел весь цикл испытаний и показал себя прекрасной машиной.

Проектирование БОК-5 началось в середине 30-х годов, с учетом опыта успешной модификации в БОК "бесхвостки" Черановского БИЧ-7. Строили самолет на заводе № 35 в Смоленске.

Так же, как БИЧ-7А, БОК-5 представлял собой моноплан с низкорасположенным крылом, тянущим винтом и установленным на фюзеляже килем. Но на этом сходство заканчивалось. Крыло БОК-5 имело форму трапеции со стреловидностью передней кромки 28^0. Профиль — ЦАГИ-890: S-образный, с относительной толщиной 15%. Задняя часть крыла по всей длине была подвижной и выполняла функцию переставного стабилизатора. С помощью специального штурвала и червячной передачи летчик мог поворачивать ее на угол от $+3^0$ до -5^0, регулируя таким образом балансировку самолета и усилия на ручке управления. К этому своеобразному стабилизатору крепились подвесные рули высоты и элероны. Конструкция самолета была выполнена из дюралюминия, крыло и рули обтянуты полотном. Для уменьшения лобового сопротивления головки цилиндров двигателя закрыли кольцевидным обтекателем. Шасси — неубирающееся, с резиновой пластинчатой амортизацией, как на У-2.

Заводские испытания БОК-5, проводившиеся совместно с НИИ ВВС, состоялись в 1937 г. Начало было неудачным. Во время пробежки по аэродрому самолет внезапно развернуло, и он опрокинулся. После того, как хвостовой костыль сделали управляемым, проблем на земле больше не возникало. Началась стадия летных испытаний.

Первый вылет совершил летчик-испытатель НИИ ВВС И.Ф.Петров. Затем на самолете летали М.А.Нюхтиков, П.М.Стефановский, П.Я.Федрови и другие. До конца сентября выполнили 65 полетов общей продолжительностью 20 часов 42 минуты. Общее впечатление было самое положительное. "Самолет-бесхвостка БОК-5 обладает отличной устойчивостью и управляемостью, простой в пилотировании и доступен летчикам средней и даже ниже средней квалификации", — говорилось в отчете по испытаниям.[12] Далеко не каждый самолет обычной схемы удостаивался такой оценки.

Были, конечно, и недостатки. Так, летчики высказали пожелание увеличить эффективность руля направления и сделать более эластичной амортизацию шасси. Сильная вибрация мотора в полете помешала провести испытания на высший пилотаж.

В ходе полетов было установлено, что максимальная скорость самолета составляет 174 км/ч, посадочная — 85 км/ч, скороподъемность у земли — 2 м/с, потолок — 4850 м, длина разбега — 120 м.

В 1938 г. Чижевский представил военным новый экземпляр БОК-5. Он отличался чуть б льшими размерами и увеличенным углом наклона фюзеляжа при стоянке. Площадь руля направления увеличили, площадь элеронов, наоборот, уменьшили, чтобы сделать управление более гармоничным. Вес конструкции возрос на 32 кг.





БОК-5 во время испытаний осенью 1937 г.



18 августа 1938 г. БОК-5 был показан на воздушном параде в Тушине в честь Дня авиации, где он совершил три полета. Затем машину передали в НИИ ВВС для государственных испытаний. Экзамен самолет выдержал "на отлично". В заключении по испытаниям отмечалось: "Самолет-бесхвостка БОК-5 прост в пилотировании, обладает хорошей устойчивостью на скоростях до 150 км/ч и управляемостью и допускает выполнение фигур высшего пилотажа."[13]

Это сухие строки документа. Больше эмоций в мемуарах П.М.Стефановского, первым испытавшего БОК-5 на высший пилотаж:

"Набираю высоту. Прибор показывает уже две тысячи пятьсот метров. Пора. Решил начать с переворота: сразу станет ясно, как выходит машина из пикирования. Переворот включает в себя начальные элементы бочки и заключительные петли Нестерова. Даю плавно рули, и самолет легко выполняет всю бочку, да какую! Заглядение! Еще нежнее и несколько меньше по ходу передвигаю рули, ввожу соответствующую поправку. Бесхвостка (прямо золото!) ложится на спину, переходит в пикирование и без усилий с моей стороны наичистейшим образом выходит из него!

Однако азарту поддаваться нельзя. Машина опытная, первый пилотаж — тут гляди да гляди. И все же решаюсь выполнить петлю. Немного волнуясь, начинаю разгон, подтягиваю ручку на себя. Опасение осталось: все-таки бесхвостка, как-то она поведет себя в верхней точке... Волнение передалось на движения руки. Самолет перевернулся через крыло, выполнил идеальный иммельман. Ну и чуткость! От прежнего недоверия не осталось и следа. Разгоняю самолет еще раз, плавно-плавно тяну ручку на себя. Никакого крена! Немного задерживаю ручку. Бесхвостка мягко, артистически минует верхнюю мертвую точку и плавно переходит в пикирование, заканчивая фигуру."[14]

В чем же причина успеха БОК-5? Прежде всего — в применении специального самобалансирующегося профиля крыла. В сочетании с правильно подобранной центровкой и переставным стабилизатором на крыле это позволяло летчику так уравновесить машину, что рули уже не должны были удерживать ее в горизонтальном положении и служили только для маневрирования. Но нельзя сбрасывать со счетов и элемент везения или, если хотите, интуиции конструктора. Ведь только наивыгоднейшее сочетание нагрузки на крыло, мощности двигателя, инерционных характеристик, площади и расположения рулей, а также множество других, часто не поддающихся расчету факторов, делает самолет выдающейся машиной.

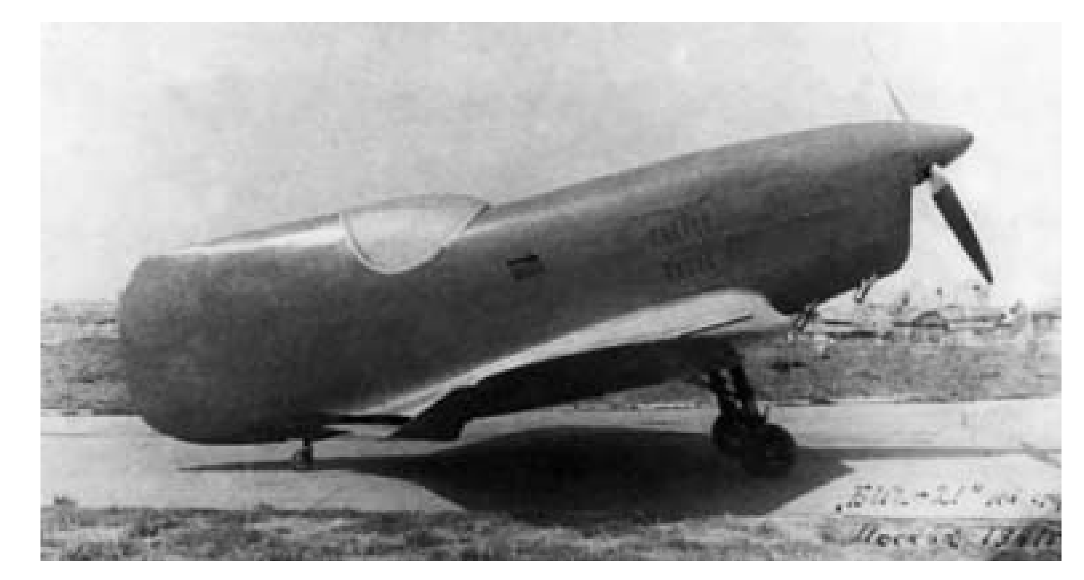
После успешного завершения государственных испытаний (сентябрь 1938 г.) руководство НИИ ВВС рекомендовало Наркомату оборонной промышленности приступить в следующем году к созданию на основе БОК-5 скоростного военного самолета-"бесхвостки".[15] Но в начале 1939 г. В.А.Чижевского по ложному доносу арестовали, вскоре закрылось Бюро особых конструкций. По этим причинам БОК-5 так и остался экспериментальной "бесхвосткой", возможно самой удачной в истории советской авиации.

Если работы по БОК-5 велись на государственные средства, то последние самолеты Черановского были созданы при поддержке общественной организации "Осоавиахим". В середине 30-х годов "Осоавиахим" совместно с "Авиавнито" объявил конкурс на легкий одноместный самолет. Одним из представленных проектов была бесхвостая авиетка БИЧ-20 "Пионер". Ее построили в 1938 г. с помощью членов планерного клуба "Чайка" при заводе им. Калинина.[16]

По общей схеме БИЧ-20 напоминал БИЧ-7А: самолет имел низкорасположенное крыло, установленный впереди двигатель, центральный киль с рулем направления, подвесные элевоны перевернутого профиля. Однако вместо па-



БИЧ-20 "Пионер" после завершения сборки (вверху) и во время полетов зимой 1938/39 гг.



Гоночный самолет БИЧ-21. Снимок сделан незадолго до начала Великой Отечественной войны, прервавшей испытания этой многообещающей машины.

раболического крыла Черановский применил более рациональное с технологической точки зрения трапециевидное крыло с прямолинейными кромками; о параболе напоминали только скругленные законцовки крыла. Стреловидность была, примерно, как у БОК-5 — около 28^0, относительная толщина профиля у основания крыла — 14%.

Длина фюзеляжа равнялась всего 3,56 м. Чтобы сохранить путевую устойчивость при такой малой длине самолета, конструктор придал фюзеляжу клиновидную форму, с максимальной шириной в районе кабины пилота. Заостренная сзади хвостовая часть фюзеляжа выполняла роль киля, к ней крепился большой руль направления. Шасси — неубирающееся, без амортизации, удар при посадке должны были брать на себя широкие колеса-пневматики диаметром 300 мм. Так же, как на других самолетах Черановского, конструкция фюзеляжа и трехлонжеронного крыла была деревянная, а крыло и рули имели полотняную обшивку.

Как и полагается авиетке, БИЧ-20 был снабжен маломощным двигателем "Объе-Дюнн" с воздушным охлаждением (20 л.с.) и имел очень малые размеры.

БИЧ-20 испытывался зимой 1938/39 гг. на аэродроме в Тайнинке под Москвой, а затем — в Тушине. Для взлета и посадки на снег колеса заменили короткими лыжами. Рыхлый снег и слабый мотор затрудняли взлет, поэтому пришлось заменить двигатель более мощным, 26-сильным. С 4 по 10 января планерист Р.А.Пищучьев и летчик Центрального аэроклуба В.Л.Расторгуев сделали на авиетке 6 подлетов и 3 полета общей продолжительностью 34 минуты. В последнем полете была достигнута высота 1400 м, максимальная скорость полета равнялась 140 км/ч, посадочная скорость — 65 км/ч. Пилоты отмечали, что при рулежке БИЧ-20 хорошо слушается руля направления, сохраняет направление движения при разбеге, в прямолинейном полете, при наборе высоты и планировании устойчив и хорошо управляется. Самолет был также устойчив на виражах с креном $25^0 - 35^0$. Посадка проходила легко. В заключении по полетам В.Л.Расторгуев отмечал: "Самолет БИЧ-20 "Пионер" никакой разницы в сравнении с нормальным типом самолета по управляемости и другим летным качествам не имеет, несмотря на оригинальную конструкцию. В управлении простой. Обзор хороший."[17]

Развитием "Пионера" стал спортивно-гоночный самолет БИЧ-21 (СГ-1). Он был построен для участия в авиагонках, организованных "Осоавиахимом" по примеру зарубежных стран. На самолете установили рядный двигатель воздушного охлаждения МВ-6 мощностью 220 л.с. — лицензионное воспроизводство французского Рено "Бенгали-6". Такие двигатели применялись на известных французских скоростных монопланах "Кодрон", отличающихся превосходной аэродинамикой. Преимуществом рядного расположения цилиндров был значительно меньший поперечный размер двигателя по сравнению с обычным звездообразным мотором. Это позволяло уменьшить мидель и сопротивление фюзеляжа.

Первое упоминание о БИЧ-21 появилось в майском выпуске журнала "Самолет" за 1939 г. В заметке сообщалось: "Самолет СГ-1 представляет собой спортивно-гоночную машину, предназначенную для воздушных гонок, которые будут происходить в августе текущего года. Хорошие отзывы о проекте нового самолета дали бригад-инженер В.С.Пышнов и инженер 1-го ранга А.С.Яковлев."[18]

По сравнению с БИЧ-20 гоночная "бесхвостка" Черановского имела более длинный и как бы приплюснутый сверху фюзеляж. Киль и руль направления не выдавались вверх, а являлись продолжением обводов кабины. Каплевидный фонарь лишь незначительно выступал из фюзеляжа — летчик сидел в кабине в сильно отклоненном назад положении.

Крыло получило более сложные очертания. Оно имело короткий центроплан с прямой передней и наклонной задней кромкой, стреловидные консоли и законцовки параболической формы. Чтобы уменьшить аэродинамическое сопротивление в месте соединения крыла с фюзеляжем, при виде спереди крылу придали изгиб в виде "обратной чайки": центральные части крыла были наклонены вниз, а внешние — вверх. Кроме аэродинамических преимуществ такая форма позволяла сделать короче стойки шасси.

Сзади к крылу крепились расчлененные на секции рули. Они имели типичную для самолетов Черановского конструкцию: подвесные, с перевернутым выпуклостью вниз профилем. Центральные секции работали как рули высоты, боковые — как элевоны.

Шасси — обычной схемы, с хвостовым колесом, должно было убираться в полете при помощи пневмосистемы, но при испытаниях этой возможностью не пользовались.

Самолет был выполнен из дерева, только шасси, моторама и основные узлы крепления имели металлическую конструкцию. При таких же, как у БИЧ-20 размерах и площади крыла, взлетный вес самолета составлял 623 кг, поэтому нагрузка на крыло получилась более, чем вдвое выше. Расчетная максимальная скорость полета — 424 км/ч.

Сборка БИЧ-21 завершилась в конце 1939 г., уже после намеченного срока состязаний. Летом следующего года самолет испытал командир авиаэскадрильи Центрального аэроклуба им.В.П.Чкалова Ф.С.Воейков. Из-за влияния выступающего вперед капота двигателя и "урезанного" киля в первом же полете выявилась сильная путевая неустойчивость. Тогда Черановский увеличил размеры вертикального оперения. Во втором полете самолет вел себя устойчивее, Воейков выполнял на нем виражи, спирали, наборы высоты и планирования. Скорость у земли с выпущенным шасси составила 320 км/ч — на 30 км/ч больше, чем на спортивном самолете Яковлева Я-21 с таким же двигателем. При дальнейшем увеличении скорости начинали проявляться небольшие колебания по курсу — "рысканье"; очевидно эффективность киля была все же недостаточной.

Весной 1941 г. испытания продолжились. Из-за сильно выступающего вперед двигателя при движении по земле самолет оказался склонен к капотированию, что и случилось при попытке взлета. Вскоре началась война, и о БИЧ-21 позабыли.

Несмотря на недостатки, естественные для еще "сырой" машины, полеты БИЧ-21 продемонстрировали преимущества "бесхвостки" в отношении аэродинамического сопротивления по сравнению с самолетом обычной схемы.

В заключении главы — о малоизвестной румынской "бесхвостке" 30-х годов "Стабилоплан-4". Ее построил конструктор Ф.Михаил. Это была авиетка с двигателем мощностью 35 л.с., установленным в носовой части закрытой кабины. Сразу за кабиной находился киль, длина самолета равнялась всего 3,7 м. Крыло крепилось к крыше кабины. Оно имело трапециевидную форму, размах — 9 м.

Особенностью самолета являлась возможность перемещения крыла вдоль оси самолета для регулирования запаса продольной устойчивости. Перемещение осуществлялось с помощью рукоятки в кабине и червячной передачи. Функционально это устройство было аналогично изменению стреловидности крыла на "Птеродактиле" Mk.IV или кривизны профиля на БОК-5.

В 1934 г. "Стабилоплан-4" прошел летные испытания, получил сертификат о пригодности к полетам и использовался до 1937 г. Максимальная скорость самолета была 147 км/ч, посадочная — 73 км/ч.[19]

Источники и комментарии

1. Two hundreds years of flight in America / E.Emme. San Diego, 1977. P. 122.
2. Western Flying. 1935. Vol. 15. № 8. P. 13–14.
3. E.True. The wings of Waldo Dean Waterman // AAHS Journal. 1966. Winter. P. 241–242.
4. Это оказалось не так: первый экземпляр грузового планера-"бесхвостки" XFG-1, созданного по схеме "Малларда", разбился как раз из-за штопора.
5. Cornelius Flying Wing // Aero Digest. 1943. Vol. 43. № 5. P. 275, 277–278.
6. French flying-wing design // Aeroplane. 1945. Vol. 69. № 1796. P. 469.
7. Патент Великобритании № 497969, 2.07.1937 г.
8. C.H.Barnes. Handley Page aircraft since 1907. London, 1976. P. 423–435.
9. В.Б.Шавров. История конструкций самолетов в СССР до 1938 г. М., 1969. С. 510.
10. В.Б.Шавров пишет о нескольких испытательных полетах.. В статье С.Д.Агавельяна, посвященной Путилову, говорится об одном полете на этой "бесхвостке" ("Из истории авиации и космонавтики". 1994. Вып. 65. С. 70).
11. Н.Якубович. Бюро особых конструкций // Крылья Родины. 1992. № 10. С. 23; РГАЭ. Ф. 8328. Оп. 1. Д. 808. Л. 9.
12. Отчет по совместным испытаниям самолета-бесхвостки БОК-5 М-11 НИИ ВВС РККА с заводом № 35. Архив автора. Л. 11.
13. РГАЭ. Ф. 8328. Оп. 1. Д. 1139. Л. 19.
14. П.М.Стефановский. Триста неизвестных. М., 1968. С. 70.
15. РГАЭ. Ф. 8328. Оп. 1. Д. 1139. Л. 19.
16. В.Тюккель. Авиэтка "летающее крыло" БИЧ-20 "Пионер" // Самолет. 1938. № 3. С. 27.
17. Архив Научно-мемориального музея Н.Е.Жуковского. № 5320/13. Л. 29.
18. Самолет. 1939. № 9. С. 23.
19. C.Gheorghiu, F.Zaganescu. Din istoria industriei Romanesti. Aviatia. Bucuresti, 1979. С. 45–50.

9

ВОЕННЫЕ „БЕСХВОСТКИ"

Возможность защиты от атак сзади очень важна для военного самолета. В этом отношении "бесхвостка" имеет неоспоримые преимущества: отсутствие хвостового оперения дает стрелку, находящемуся в задней части фюзеляжа, превосходный обзор и практически неограниченное поле обстрела. Кроме того, устранение горизонтального стабилизатора способствует меньшему лобовому сопротивлению, а значит — большей скорости.

Первым в истории авиации боевым бесхвостым самолетом был английский двухместный истребитель "Птеродактиль" Mk.V. Его сконструировал Джеффри Хилл, об экспериментальных "бесхвостках" которого говорилось во второй главе. Опыт постройки и испытаний первых "Птеродактилей" убедил военных в возможности создания военного самолета такой же схемы, и в 1932 г. фирма Вестланд-Хилл заключила с Авиационным министерством контракт на проектирование истребителя с двумя направленными вперед пулеметами "Виккерс" и одним пулеметом "Льюис" на задней турели.

При создании самолета использовался опыт разработки "Птеродактиля" Mk.IV. На это указывает близкое по форме крыло, однотипная конструкция шасси и органов управления. Но от истребителя требуется повышенная скорость и маневренность, больший запас прочности, лучший обзор, безопасность покидания самолета с парашютом. Поэтому в конструкциях Mk.IV и Mk.V было больше различий, чем общего.

На "Птеродактиле" Mk.V стоял двигатель Роллс-Ройс "Гошок" мощностью 650 л.с. Поскольку толкающий винт делал прыжок с парашютом опасным, двигатель установили впереди. Цилиндры охлаждались паром, который, в свою очередь, охлаждался в радиаторе, расположенном в нижней части мотогондолы.

В отличие от прежних "Птеродактилей", Mk.V имел дополнительное крыло снизу. Такая схема называется "полутораплан". Нижнее крыло было не-



"Птеродактиль" Mk.V перед началом испытаний.

стреловидным. По площади оно было раз в пять меньше верхнего и предназначалось в большей степени для крепления боковых опор, необходимых при велосипедной схеме шасси, чем для создания подъемной силы. С помощью V-образных подкосов и проволочных растяжек оно соединялось с основным крылом и участвовало в восприятии аэродинамических нагрузок в полете.

Верхнее крыло было немного приподнято над фюзеляжем. Это улучшало обзор из кабины пилота. В центре крыло имело прямую переднюю кромку, затем оно приобретало стреловидность 40^0. Профиль — обычный, RAF-34. Продольная балансировка достигалась сочетанием стреловидности и геометрической крутки крыла. Чтобы элевоны не теряли работоспособности из-за срыва потока на больших углах атаки, на концах крыла установили автоматические предкрылки.

Истребитель имел, в основном, металлическую конструкцию. Обшивка фюзеляжа — металлическая, крыла — полотняная. Взлетный вес (без вооружения) равнялся 2315 кг.

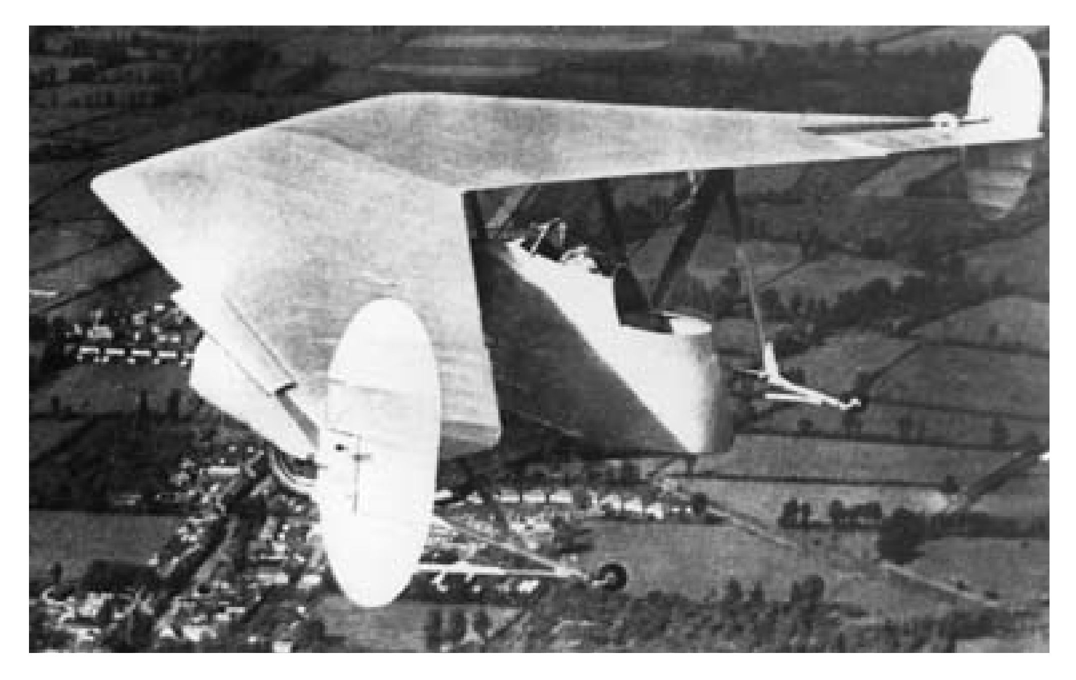
Осенью 1932 г. "Птеродактиль" Mk.V выкатили из сборочного цеха на аэродром. Самолет еще не имел вооружения. Испытателем необычного истребителя назначили "фирменного" летчика Г.Пенроза, летавшего ранее на "Птеродактиле" Mk.IV. Во время пробежки произошла авария: под действием реактивного момента мощного двигателя нагрузка на правую подкрыльевую стойку шасси резко возросла и нижнее крыло сломалось.

Перерасчет на прочность и усиление конструкции заняли много времени, и вновь на испытания истребитель вышел только весной 1934 г. В мае Пенроз выполнил на "Птеродактиле" первый полет. В августе того же года самолет впервые показали публике. Во время демонстрационных полетов, которые произвели впечатление на присутствующих, самолет выполнял крутые виражи, пикировал, проносился над землей на большой скорости и затем резко набирал высоту — в общем, вел себя, как и подобает истребителю. К сентябрю суммарная продолжительность полетов составила 14 часов. Устойчивость машины была отличной, самолет летел по прямой даже с брошенной ручкой управления.[1]

В 1935 г. истребитель модернизировали для установки на нем вооружения. В связи с тем, что закрытая подвижная хвостовая турель с электроприводом имела немалый вес, для сохранения центровки двигатель передвинули на 0,6 м вперед. Это ухудшило путевую устойчивость, поэтому под крыльями установили дополнительные вертикальные кили. Так как двигатель нередко перегревался, пришлось увеличить площадь радиатора.

Максимальная скорость горизонтального полета модифицированного самолета на высоте 4 км составляла 267 км/ч, скороподъемность у земли — 5,8 м/с, минимальная скорость полета (скорость срыва) — около 80 км/ч. При пикировании истребитель разгонялся до 335 км/ч, однако при этом под действием аэродинамических сил концы стреловидного крыла заметно скручивались и эффективность элевонов снижалась. Поэтому максимально допустимую скорость ограничили 275 км/ч.

В середине 1935 г. после установки хвостовой пулеметной турели "Птеродактиль" решили перегнать с аэродрома фирмы Вестланд[2] на Мартлешемский аэродром Королевского авиационного центра в Фарнборо. Во время разбега самолет наскочил на неровность, переднее колесо ударило по двигателю и повредило его. Так как "Гошок" не производился в серии, замена мотора явилась серъезной проблемой. В начале 1936 г. английское авиационное руководство вынесло следующий вердикт: "В связи с трудностями при взлете, непригодностью Мартлешемского аэродрома и отсутствием времени, необходимого пило-



"Птеродактиль" в небе над Англией.

там Центра для достаточно подробного знакомства с самолетом, позволяющего испытать его без большого риска, решено отказаться от дальнейших летных испытаний и доработок машины. Вместе с тем, следует принять к сведению отчет мистера Пенроза как наиболее авторитетное свидетельство о летных свойствах самолета данной схемы. Самолет будет передан на хранение в Королевский авиационный центр с тем, чтобы его можно было использовать для исследований, если в будущем возникнет такая необходимость."[3]

Этот документ стал финальной точкой в истории боевого "Птеродактиля". Самолет в разобранном виде перевезли в Фарнборо, и больше он никогда не поднимался в воздух.

На мой взгляд, основная причина прекращения работ по бесхвостому истребителю связана не с перечисленными выше проблемами (при желании все их можно было решить), а с утратой интереса к этому самолету со стороны ВВС. Из-за полуторапланной схемы со стойками и расчалками, неубираемого шасси и большого лобового радиатора скоростные качества "Птеродактиля" оказались слишком низкими для истребителя, а примерно на 20% меньшая подъемная сила стреловидного крыла с отрицательной круткой негативно сказалась на скороподъемности и вертикальной маневренности самолета.

Определенное сходство с английским истребителем имел немецкий бесхвостый самолет Гота Go-147. Это был двухместный моноплан со стреловидным крылом и расположенным впереди двигателем. Его построили в 1935—1936 гг. как прототип двухместного истребителя с наступательным и оборонительным вооружением. Конструктором самолета был А.Куппер.

Для улучшения обзора крыло было приподнято вверх и имело изгиб в месте соединения с фюзеляжем (тип "чайка"). Оно подкреплялось N-образными подкосами, выходящими из основания фюзеляжа. Короткий центроплан с прямой передней кромкой переходил в крыло со стреловидностью 38^0. На концах находились прямоугольные кили с рулями направления, вдоль всей задней кромки располагались подвесные элевоны. Фюзеляж был выполнен из металлических труб, крыло — деревянное, двухлонжеронное. Неубирающееся шасси имело обычную схему с хвостовым колесом.

На первом варианте самолета (Go-147a) стоял звездообразный двигатель воздушного охлаждения Сименс Sh-14A мощностью 140 л.с. После того, как испытания подтвердили удовлетворительную устойчивость и управляемость машины, фирма Гота изготовила модификацию Go-147b с более мощным двигателем Аргус As-10, 240 л.с. Двигатель также охлаждался воздухом, но цилиндры были расположены в ряд, как на французских "Рено". Самолет предполагалось использовать для наблюдений с воздуха, а также для подготовки военных летчиков. Вооружение должно было состоять из двух пулеметов калибром 7,9 мм. Один из них предназначался для стрельбы вперед, другой, установленный на подвижной турели, служил для обороны задней полусферы. В будущем предполагался переход на истребительный вариант с более мощным двигателем и усиленным вооружением.

Как и "Птеродактиль", из-за плохой аэродинамики Go-147b имел невысокие летные данные. Его скорость у земли равнялась 220 км/ч, скороподъемность — 3,5 м/с, практический потолок — 5400 м. Такие характеристики не устроили руководство Люфтваффе, и в 1938 г. самолет списали на слом.[4]

Значительно лучшими скоростными свойствами должны были обладать советские истребители-"бесхвостки" САМ-7 А.С.Москалева и БИЧ-17 Б.И.Черановского. Но ни одному из них не суждено было подняться в небо.

Проект двухместного бесхвостого истребителя Москалев разработал в 1934 г. Вполне вероятно, что данная идея возникла у конструктора под влиянием сообщений об английском истребителе-"бесхвостке", появившихся в 1934 г. во многих авиационных журналах. Однако в отличие от старомодного полутораплана Хилла истребитель Москалева имел превосходную аэродинамику и по расчетам должен был стать самым быстрым военным самолетом в мире. Ожидалось, что его максимальная скорость составит 600 км/ч.

После одобрения проекта Управлением ВВС Москалев и его сотрудники приступили к работе. Самолет строили в мастерских Воронежского авиационного техникума.

По схеме САМ-7 представлял собой свободнонесущий низкоплан с нестреловидным крылом. К концам крыло заметно сужалось, удлинение было

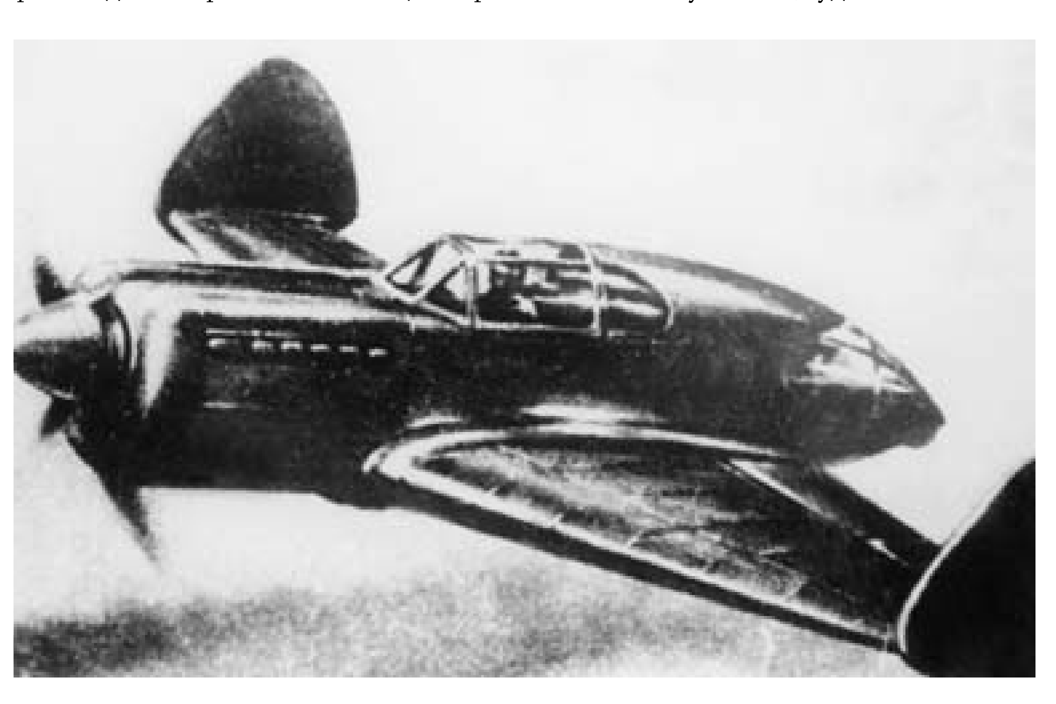


Рисунок САМ-7. Этот самолет так и не стал боевой машиной.

сравнительно небольшим — 3,9. На концах крыла находились вертикальные кили в форме треугольника со скругленными концами. Они были снабжены рулями направления. Заднюю кромку крыла занимали двухсекционные подвесные рули. Центральная пара являлась рулями высоты, внешняя — элевонами. Профиль крыла — Р-II, с относительной толщиной 12% в центральной части и 10% на конце.

Фюзеляж имел обтекаемые формы и заканчивался заостренной сзади кабиной стрелка. Обе кабины (летчика и стрелка) были закрытые. Впереди находился 12-цилиндровый двигатель жидкостного охлаждения М-34. В то время это был самый мощный в СССР авиадвигатель: он развивал 750 л.с. Двигатель вращал трехлопастной винт диаметром 3 м.

Чтобы свести к минимуму лобовое сопротивление самолета, Москалев решил отказаться от обычного радиатора и применил так называемое испарительное охлаждение с поверхностными радиаторами. Охлаждающая жидкость, поглощая тепло от двигателя, превращалась в пар и затем вновь конденсировалась, проходя между двойной обшивкой вблизи передней кромки крыла. Такая система охлаждения, не создающая дополнительного сопротивления, до этого за рубежом применялась только на гоночных самолетах, а в нашей стране — на экспериментальном самолете "Сталь-6" Р.Л.Бартини. Чтобы обеспечить нормальное охлаждение мотора при рулежках и на взлете, на истребителе предусмотрели дополнительный выдвижной радиатор. Он находился за сидением летчика. В горизонтальном полете радиатор полностью убирался в фюзеляж.

Шасси также могло убираться в полете. Уборка основных стоек производилась вручную, с помощью троса и лебедки. Хвостовое колесо не убиралось, но оно почти не выступало из фюзеляжа и практически не создавало аэродинамического сопротивления.

Самолет был полностью выполнен из дюралюминия. Обшивка гладкая, из листов толщиной от 0,5 мм на концах крыла и рулях до 2—2,5 мм у корня крыла и на некоторых участках фюзеляжа. Таким образом, САМ-7 стал первым цельнометаллическим самолетом-"бесхвосткой".

Истребитель должен был иметь два синхронных пулемета ШКАС, установленных в передней части фюзеляжа над двигателем, и два таких же пулемета на выдвижной турели хвостового стрелка.

При создании САМ-7 Москалев не имел опыта проектирования "бесхвосток", поэтому, прежде чем построить истребитель, он в 1934 г. выпустил легкий экспериментальный самолет САМ-6 с двигателем мощностью 65 л.с. и одноколесным шасси. САМ-6 не был "бесхвосткой", но хвостовое оперение можно было отсоединить, что и сделали после нескольких полетов в "нормальной" конфигурации. Испытывал машину А.Н.Гусаров. Самолет мог летать и с хвостом и без (в последнем случае управление осуществлялось с помощью элеронов, модифицированных в элевоны). Самым сложным моментом оказалась посадка на одно колесо. Учитывая это, от применения одноколесного шасси на истребителе отказались, и САМ-7 приобрел обычную трехопорную схему.

В связи с тем, что ОКБ Москалева получило срочное правительственное задание на разработку дизельного варианта рекордного самолета РД (АНТ-25), постройка САМ-7 затянулась. Первый опытный экземпляр появился более чем через год после начала проектирования. Он еще не имел вооружения, не было пока и системы уборки шасси.

Документы о ходе испытаний САМ-7 не сохранились, поэтому точную дату их проведения назвать невозможно. В мемуарах А.С.Москалев пишет, что

начало заводских испытаний истребителя совпало по времени с отправкой в НИИ ВВС самолета К-12 (об этом бесхвостом бомбардировщике, построенном в том же Воронеже — чуть позже).[5] На основании этого можно заключить, что на заводской аэродром САМ-7 выкатили осенью 1936 г. Вскоре из Москвы пришел приказ прекратить испытания. Мотивом для такого неожиданного решения послужили заявления летчиков НИИ ВВС об опасности полетов на К-12, имевшем такую же схему и такой же профиль крыла, как у САМ-7. К этому моменту на истребителе успели выполнить только рулежки, пробежки и небольшие подлеты по прямой. Удалось зафиксировать лишь посадочную скорость. Для нагрузки на крыло 74 кг/м^2 она оказалась необычно большой — 138 км/ч.

Насколько было оправданым решение Москвы? По обтекаемости внешних форм САМ-7 был вне конкуренции. Вместе с тем, предшествующий опыт проектирования "бесхвосток" подсказывает, что в отношении устойчивости и управляемости самолет обладал бы существенными недостатками. Отсутствие стреловидности крыла и неудачное расположение килей, имеющих малое плечо действия и, к тому же, не обдуваемых винтом, должно было привести к путевой неустойчивости и плохой управляемости, особенно на малых скоростях. Можно было ожидать также значительного изменения усилий на ручке управления из-за использования Москалевым обычного крыльевого профиля, у которого положение фокуса сильно зависит от угла атаки.

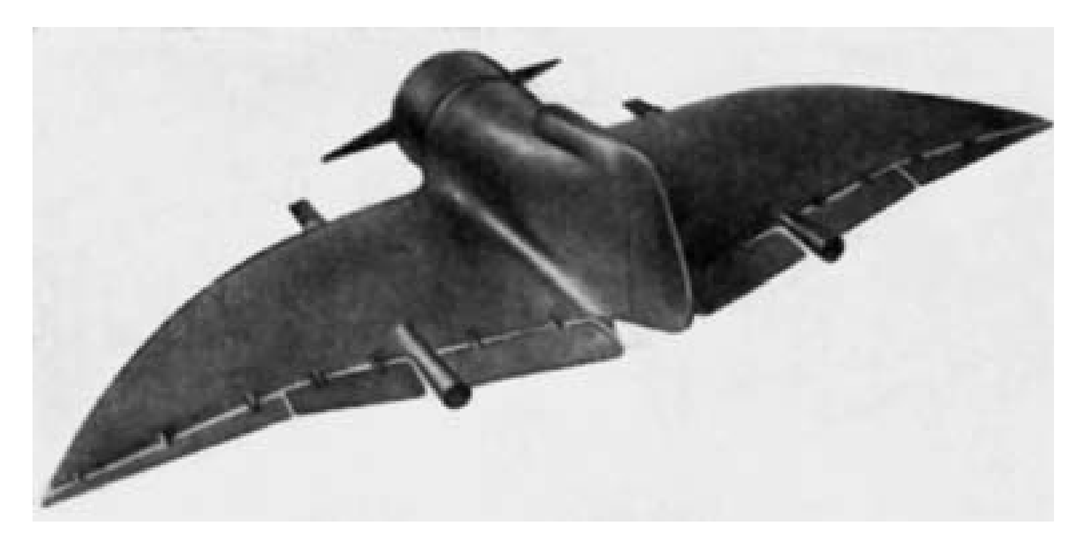
По-видимому недостатки своей первой "бесхвостки" позднее понял и А.С.Москалев. В мемуарах он весьма кратко пишет об этой машине, а в письме Сталину (1947 г.), в котором содержится отчет о его конструкторской деятельности, Москалев вообще не упоминает о САМ-7.[6]

Истребитель БИЧ-17, в отличие от САМ-7, был одноместной машиной. Он создавался как пушечный истребитель (ПИ) и имел военное обозначение ПИ-22. На нем должны были стоять динамо-реактивные пушки калибра 76,2 мм.

В отличие от обычного нарезного оружия динамо-реактивная пушка не имеет затвора. При воспламенении порохового заряда картонное дно гильзы прогорает, поток газов через особым образом спрофилированную трубу устремляется назад и выбрасывается в атмосферу. Во время движения по трубе газовый поток тормозится, что и создает внутри давление, необходимое для придания снаряду начальной скорости. По весу динамо-реактивная пушка легче обычной и не создает отдачи при выстреле. Последнее было особенно важно, так как при использовании авиационных нарезных пушек большого калибра сила отдачи после выстрела приводила к заметной потере скорости и "просадке" самолета, и в результате летчик терял наводку на цель.

Инициатором создания авиационных динамо-реактивных пушек был Л.В.Курчевский. В начале 1935 г. он предложил Б.И.Черановскому создать бесхвостый истребитель под две разработанные им 3-дюймовые пушки АПК-4. Схема "бесхвостка" привлекла Курчевского тем, что избавляла от проблем, связанных с воздействием потока вырывающихся из пушки раскаленных газов на хвостовое оперение.

Для проектирования и строительства БИЧ-17 при Управлении спецработ на артиллерийском заводе в Подлипках, которое возглавлял Курчевский, организовали конструкторское бюро. Проект самолета был разработан в апреле 1935 г. К созданию истребителя подключили специалистов ЦАГИ, которые выполнили продувки его моделей, сделанных в масштабах 1:5 и 1:2 от натуральной величины. В расчетах самолета на прочность принимал участие С.А.Лавочкин, в будущем известный авиаконструктор.



Модель пушечного истребителя БИЧ-17.

БИЧ-17 имел типичное для "бесхвосток" Черановского параболическое крыло. Профиль крыла — серии "Геттинген", его относительная толщина менялась от 17% у корня до 3% на концах. Снизу к задней кромке крепились закрылки перевернутого профиля. Их было шесть: по три на каждом крыле. Крайние секции действовали как элероны, остальные являлись рулями высоты. Киль с рулем направления представлял собой продолжение обтекателя (гаргрота) кабины. Для улучшения путевой устойчивости концы крыла были загнуты вниз на угол 5^0.

Динамо-реактивные пушки находились внутри крыла, на расстоянии 1,75 м от оси фюзеляжа. Кроме того, перед кабиной предусмотрели установку пулемета, приспособленного для стрельбы через винт. Шасси — двухколесное, с хвостовой опорой. Стойки с колесами могли убираться в полете. Самолет был деревянной конструкции, только рули имели дюралюминиевый каркас, обтянутый полотном.

С двигателем воздушного охлаждения М-22 мощностью 480 л.с. БИЧ-17 обладал следующими расчетными характеристиками: максимальная скорость на высоте 3000 м — 395 км/ч, скороподъемность — 13 м/с, время выполнения виража — 8,7 с, потолок — 7800 м, дальность полета — 500 км. Благодаря влиянию "воздушной подушки" посадочная скорость должна была быть всего 80—85 км/ч, длина разбега и пробега — менее 100 м. Взлетный вес машины оценивался в 1280 кг.[7]

В начале 1936 г., когда самолет был готов примерно на 60%, НКВД по чьему-то доносу арестовал Курчевского и еще нескольких сотрудников предприятия. Управление спецработ и существующие при нем конструкторские бюро закрыли, а БИЧ-17 остался недостроенным.

Последним винтомоторным истребителем схемы "бесхвостка" был самолет американской фирмы Нортроп XP-56 "Блэк Буллет" ("Черная пуля"). Его проектирование началось в сентябре 1940 г. как попытка повысить скорость боевой машины за счет использования нетрадиционной аэродинамической схемы. Согласно первоначальным расчетам, максимальная скорость самолета должна была составить фантастическую для того времени величину — около 800 км/ч.

Самолеты Джека Нортропа всегда отличались высоким уровнем новизны. Однако XP-56 представлял собой уникальное сочетание новаторских решений. Это был бесхвостый моноплан с коротким фюзеляжем, напоминавшим по форме пулю, и с расположенным за кабиной двигателем. Через длинный



Первый экземпляр истребителя XP-56 перед полетом. В кабине — Джон Майерс.

вал и редуктор двигатель приводил в движение соосные винты. Для устранения реактивного момента они вращались в противоположных направлениях. С помощью порохового заряда, заложенного вокруг трансмиссии, их в экстренной ситуации можно было отстрелить, дабы обезопасить пилота при покидании самолета на парашюте. Килей было два — сверху и снизу фюзеляжа, причем нижний имел значительно б льшую площадь. Кроме своего основного назначения нижний киль служил также страховочной опорой, предохраняющей лопасти от поломки при взлете и посадке. Крыло имело умеренную стреловидность: 26^0 по передней кромке. Так же, как на БИЧ-17, концы крыла для улучшения путевой устойчивости были отклонены вниз. Расположенные там поверхности управления действовали как рули направления. Средняя секция рулей на крыле выполняла функцию элевонов, внутренняя пара отклонялась только вниз и служила для уменьшения посадочной скорости. Шасси — убираемое, редко применяемой в то время трехколесной схемы с носовой опорой. В передней части истребителя находились две 20-мм пушки и два крупнокалиберных пулемета. В качестве конструкционного материала самолета впервые в США был использован магниевый сплав, имеющий более высокую удельную прочность, чем дюралюминий.

Вначале на XP-56 планировалось установить новейший американский двигатель водяного охлаждения Пратт-Уитни X-1800-AG3, но его не смогли довести до производственной стадии, и самолет пришлось снабдить более тяжелым двигателем воздушного охлаждения Пратт-Уитни R-2800-29 мощностью 1675 л.с. Перекомпоновка истребителя под другой мотор заняла много времени, поэтому машина была готова только в марте 1943 г.

6 сентября 1943 г., после завершения комплекса наземных испытаний, летчик фирмы Нортроп Джон Майерс поднял истребитель в воздух. Летные испытания проходили над высохшим соляным озером Мюрок в юго-западной части США, многокилометровая ровная поверхность которого представляла собой идеальный аэродром. В этот день было сделано два полета по прямой. Первый, дальностью около полутора километров, проходил у самой земли, во втором полете Майерс пролетел три километра на высоте 10—15 м.

Так как первые пробы самолета в воздухе свидетельствовали о его недостаточной путевой устойчивости, Нортроп увеличил площадь верхнего киля. После этого 8 октября Майерс вновь испытал XP-56. Полет прошел успешно, самолет стал более устойчив.



После аварии 6 сентября 1943 г.

Опасность поджидала Майерса после полета. Когда он на скорости около 200 км/ч рулил к месту старта, внезапно соскочила покрышка с левой стойки шасси. Самолет развернуло боком, некоторое время он скользил в таком положении по поверхности озера, затем задел за землю крылом и начал беспорядочно кувыркаться. Привязные ремни оборвались, и летчика выбросило из кабины на несколько метров в сторону. Шлем для игры в поло, который Майерс предусмотрительно надел перед полетом, спас ему жизнь. Самолет же в результате этой "автомобильной" аварии получил такие повреждения, что о его восстановлении не могло быть и речи.

К началу 1944 г. фирма Нортроп изготовила новый экземпляр истребителя. В качестве дополнительного средства для поворотов в воздухе на самолете поставили аэродинамические тормоза необычной конструкции. Они представляли собой расположенные на концах крыла трубы. Движение педалей

Испытания XP-56 №2.

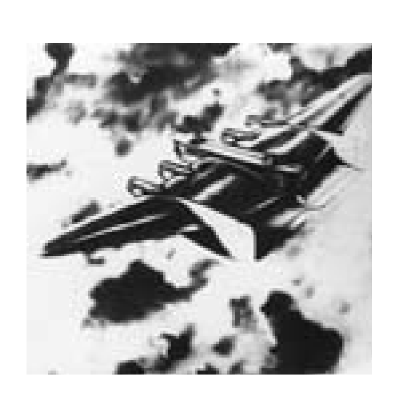


приводило в действие клапаны, перекрывающие внутреннее сечение одной или другой трубы. При этом аэродинамическое сопротивление возрастало, и самолет разворачивался в нужном направлении.

Испытания XP-56 № 2 проводил летчик Гарри Кросби. Весной 1944 г. он выполнил 10 полетов. Все они обошлись без происшествий. Однако продольная и путевая устойчивость XP-56 были хуже, чем у обычного истребителя. Еще одним недостатком была невозможность использования посадочных закрылков: при их отклонении распределение аэродинамических сил на крыле изменялось таким образом, что самолет затягивало в пикирование. Без закрылков же посадочная скорость была слишком большой — 214 км/ч.[8]

Принимая во внимание перечисленные недостатки, а также предвидя скорый переход на реактивную авиацию, руководство ВВС США постановило прекратить испытания XP-56. В декабре 1946 г. самолет отправили на склад неиспользуемых военных самолетов, а позднее передали в Вашингтонский аэрокосмический музей. В 80-е годы он был перевезен на фирму Нортроп для реставрации.

Итак, ни в одной стране винтомоторные истребители-"бесхвостки" не достигли стадии практического применения. Тем же закончились и работы в СССР по бесхвостым бомбардировщикам, хотя один из них и был рекомендован к выпуску.



Один из необычных проектов 1930-х годов: бомбардировщик ТБ-3 в варианте "бесхвостки" (проект П.И.Гроховского).

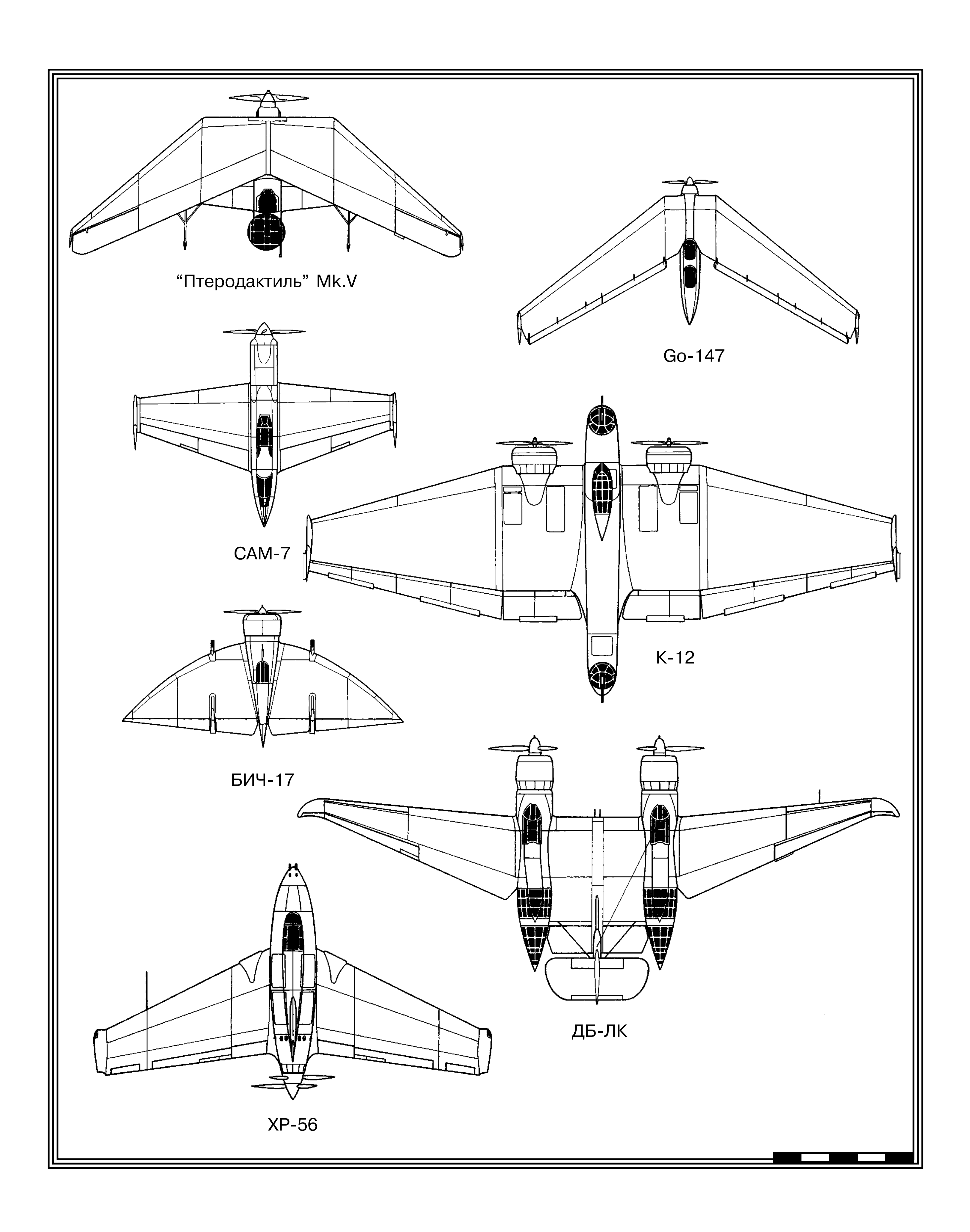
Я уже упоминал о проекте бомбардировщика-"летающее крыло" Б.И.Черановского БИЧ-5. Из-за неуспешных испытаний его экспериментального прототипа БИЧ-14 он не был осуществлен, несмотря на то, что военные эксперты отмечали такие теоретические преимущества предложенной схемы, как более высокое аэродинамическое качество, меньший вес конструкции, удобство размещения кормовой стрелковой установки.[9]

Первый в мире бесхвостый бомбардировщик К-12 (ВС-2) создал авиаконструктор Константин Алексеевич Калинин, занимавшийся до этого выпуском пассажирских самолетов. Он был спроектирован по заданию ВВС на новый многоцелевой или, как тогда говорили, "войсковой" самолет. Отсюда и военное обозначение машины ВС-2: "войсковой самолет-2". Кроме функций бомбардировщика самолет должен был выполнять задачи разведчика, корректировщика артиллерийского огня, использоваться для аэрофотосъемки и перевозки грузов и раненных.

Эскизный проект Калинин разработал в начале 1933 г. Точнее, он предложил ВВС несколько вариантов самолета: обычной схемы, с хвостовым оперением, вынесенным за крыло на балках и "бесхвостку". Третья компоновка была признана наилучшей. Главный инженер-механик ВВС РККА Аузан отмечал: "В результате рассмотрения представленных ХАЗОС'ом[10] боевых схем самолета ВС-2 констатирую, что наиболее целесообразной является схема летающего крыла, как обеспечивающая наилучшие обзор и обстрел."[11]

Первоначально конструктор хотел установить рули высоты и элероны над крылом, чтобы вся поверхность крыла использовалась только для образования подъемной силы. Однако проведенные в ЦАГИ эксперименты показали, что при таком расположении органов управления они будут малоэффективны. Тогда Калинин остановился на обычной бесхвостой схеме.

Окончательный облик проект приобрел в конце 1933 г., а выпустить самолет на испытания намечалось к маю 1934 г. К-12 представлял собой двухмоторный низкоплан. Крыло имело прямой центроплан и сужающиеся к концам консоли. Профиль крыла — P-II, с относительной толщиной 14%. Продольная балансировка в горизонтальном полете достигалась обычным для большинства отечественных "бесхвосток" способом: с помощью подвесных закрылков


“Птеродактиль” Mk.V
Go-147
САМ-7
К-12
БИЧ-17
ДБ-ЛК
ХР-56

перевернутого профиля. Внешняя пара крыльевых рулей являлась элевонами, две внутренние пары — рулями высоты. Для регулировки нагрузки на штурвал все рулевые поверхности были снабжены управляемыми из кабины триммерами. На концах крыла находились кили эллиптической формы. Они имели изогнутый профиль, выпуклой стороной к крылу, как на "бесхвостках" Липпиша. Кили заканчивались рулями направления, которые могли поворачиваться только в наружном направлении. Фюзеляж вмещал экипаж из трех человек и бомбы. В передней части находилась кабина штурмана, за ней — кабина пилота, затем — бомбовый отсек, сзади — кабина стрелка. Самолет имел двойное управление: штурвал и педали у летчика и съемная ручка в кабине штурмана.

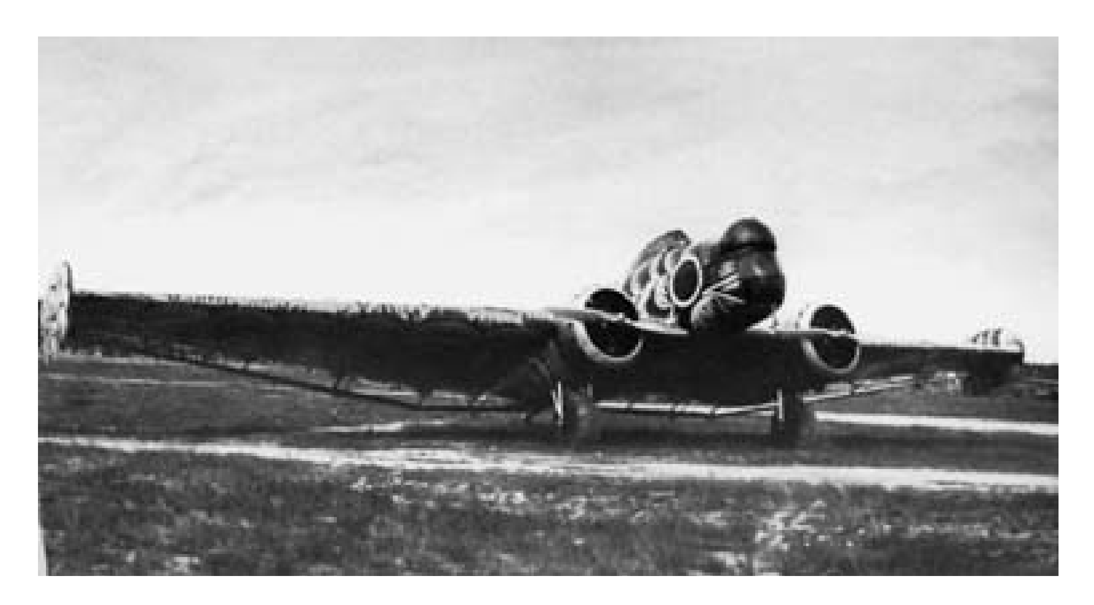
По примеру конструктора ХАИ-4 П.Г.Бенинга Калинин начал с постройки и испытаний безмоторного прототипа К-12. Он имел такую же схему, но был вдвое меньше по размерам. Летал на нем заводской летчик В.О.Борисов. Планер оказался вполне устойчивым. Подтверждением этому служит необычное происшествие, описанное сослуживцем Калинина А.Н.Грацианским. "При испытаниях на высоте 3000 м из-за разрушения качалки руля высоты планер сделал резкий клевок. Летчик оборвал крепление ремнями, ударом головы вышиб фонарь и вылетел из планера, после чего раскрыл парашют и благополучно спустился. Планер, освободившись от испытателя, выровнялся, перешел в пологое планирование по спирали и совершил нормальную посадку невдалеке от места приземления летчика. Подоспевшие к планеру механики нашли летчика в кабине за выяснением причины столь необычного поведения планера. После замены качалки дальнейшие летные испытания продолжались."[12]

Результаты полетов позволяли сделать вывод, что можно приступать к постройке бомбардировщика. Но в 1934 г. вышло постановление о переводе конструкторского бюро Калинина на авиационный завод в Воронеже. Переезд на два года задержал появление К-12, и из сборочного цеха воронежского завода его выкатили только в 1936 г. Каркас бомбардировщика был сделан из стальных труб, передняя часть фюзеляжа и носок крыла имели дюралюминиевую обшивку, остальные части самолета были обтянуты полотном.

Согласно проекту, К-12 должен был иметь два звездообразных двигателя М-25 мощностью по 625 л.с. и винты изменяемого шага. Однако во время строительства самолета выпуск таких моторов еще находился в стадии освоения, поэтому Калинину пришлось довольствоваться менее мощным серийным двигателем М-22, развивавшим у земли только 480 л.с. Не было в его распоряжении и запланированных вначале винтов изменяемого шага. Понимая, что из-за недостаточной тяги силовой установки бомбардировщик все равно не сможет соответствовать намеченным тактико-техническим требованиям, конструктор решил пойти на упрощения, дабы ускорить начало испытаний и доказать принципиальную возможность применения схемы "бесхвостка" в военной авиации. Вместо убираемых в полете колес на К-12 установили неубирающееся шасси. Стойки не имели амортизаторов, их назначение должны были выполнять колеса увеличенного размера — так называемые "сверхбаллоны". Решили также отказаться от размещения на самолете вооружения.

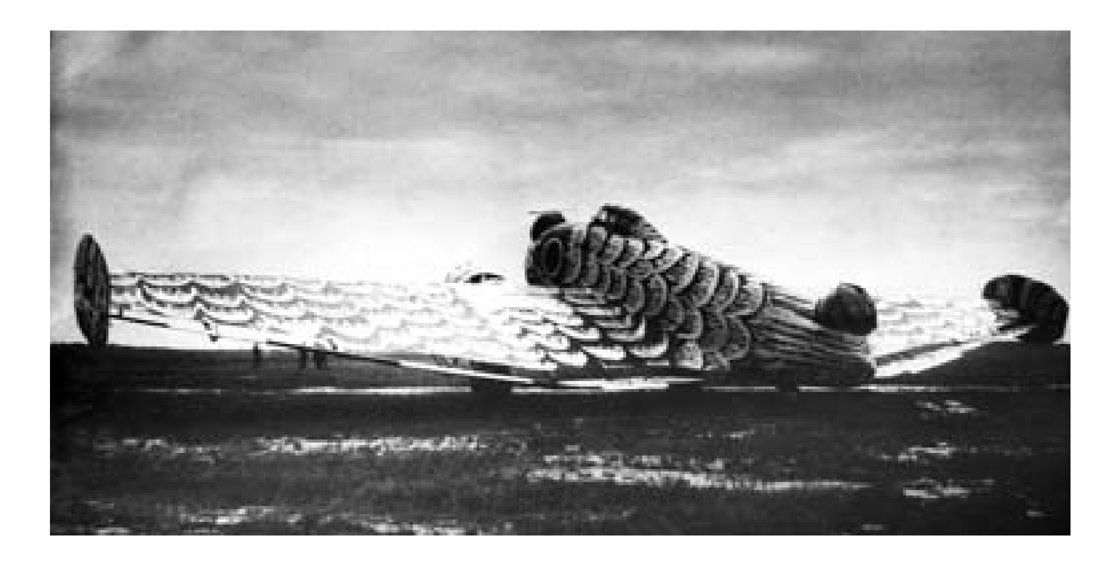
В таком "полусыром" виде в июле 1936 г. бомбардировщик начал проходить заводские испытания. Облетывал его В.О.Борисов. После семи с половиной часов налета было решено, что первый экзамен выдержан, и в начале октября Борисов перегнал машину на подмосковный аэродром НИИ ВВС.

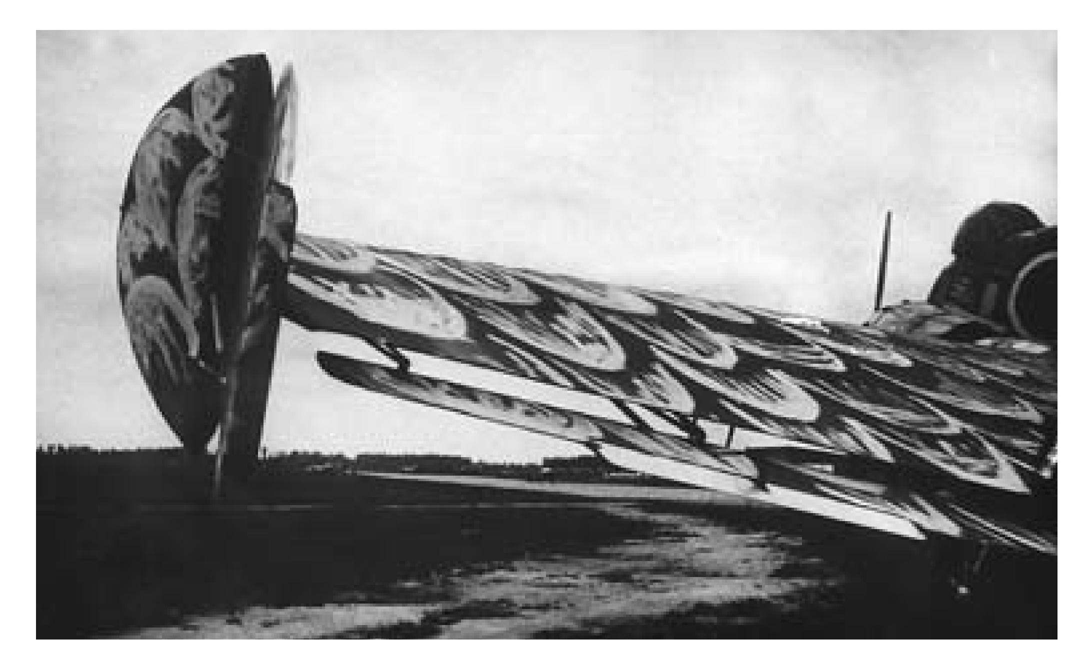
В Научно-испытательном институте самолет пробыл целый год, так как полеты несколько раз приостанавливались из-за необходимости доработок. Летом 1937 г. К-12 раскрасили "под Жар-птицу" и в таком виде показали на ав-





К-12 в НИИ ВВС (1937 г.)





Крыло самолета К-12. Хорошо видна характерная для тех лет подвеска рулей, образующая щель между крылом и рулевыми поверхностями.

густовском воздушном параде в честь Дня авиации. Затем испытательные полеты продолжились, пилотировал самолет все тот же Борисов. К концу 1937 г. общий налет составил 33 часа (62 полета), из них 12 часов (33 полета) - в НИИ ВВС. Как и следовало ожидать, характеристики машины с устаревшими моторами и неубирающимся шасси оказались весьма посредственными: максимальная скорость — 219 км/ч, скороподъемность у земли — 3,3 м/с, потолок — 7100 м. Хорошими были только взлетно-посадочные свойства: длина разбега — 110 м, посадочная скорость — 77 км/ч.

В мемуарной литературе встречаются диаметрально противоположные оценки летных качеств бесхвостого бомбардировщика. П.М.Стефановский крайне негативно отзывался о самолете, утверждая, что управлять им было практически невозможно из-за ненормальной реакции машины на отклонение элевонов.[13] П.Я.Козлов, принимавший участие в испытаниях как представитель ОКБ, наоборот, пишет, что "самолет "плотно сидел в воздухе", был послушен в управлении и маневренен".[14]

Чтобы узнать истину, обратимся к официальным документам. В разделе "Общее впечатление летчика о самолете" Отчета по испытаниям К-12 (октябрь 1937 г.) сказано: "Несмотря на ряд удачно разрешенных проблем на этом самолете-бесхвостке, недостаточная устойчивости пути (неэффективность шайб (вертикальных килей на крыле — *Д.С.*) при одном работающем моторе, разбеге, пробеге), а также неустойчивость самолета при брошенных рулях и отсутствие масляно-пневматической амортизации шасси делают полеты на самолете в этом недоведенном виде опасными.

При синхронной работе моторов машина устойчиво и надежно (не отпуская ручки) сохраняет все режимы и легко управляется в полете. Габариты всей машины слишком завышены и особенно велик фюзеляж, который, к тому же имея плохую аэродинамику, сводит на нет все преимущества бесхвостки в получении больших скоростей".[15]

Хотя многие летные качества самолета оставляли желать лучшего, заключение по испытаниям было в целом благожелательное:

"1. Самолет ВС-2 2М-22 представляет безусловный интерес, т.к. его постройкой впервые разрешен вопрос создания летающего крыла в вооруженном

варианте. По своей принципиальной схеме самолет ВС-2 имеет тактические выгоды в отношении обзора, обстрела, а также малого разбега и малой посадочной скорости по сравнению с нормальной схемой самолета.

2. В предъявленном виде самолет ВС-2, имея низкие летные свойства и недоведенное вооружение, не может быть признан современным боевым самолетом и может лишь рассматриваться как экспериментальный самолет.

3. Считать необходимым доводку самолета ВС-2 2М-22, устранив все дефекты, отмеченные в отчете, и после их проверки в заводских полетах предъявить самолет ВС-2 на государственные испытания."[16]

Более того, по указанию Начальника ВВС Я.В.Смушкевича в план опытного самолетостроения на 1938 г. включили разработку нового боевого самолета по типу К-12.[17]

Вся загвоздка состояла в том, что в 1937 г. К.А.Калинин уже не имел ни КБ, ни производственной базы — годом раньше его конструкторское бюро расформировали, так как воронежский авиазавод сделали из опытного серийным и там начали массовый выпуск бомбардировщиков ДБ-3. Это ставило под вопрос возможность доработки К-12. Но в конце концов конструктору удалось получить "уголок" на одном из московских авиационных заводов, где в течение двух месяцев "бесхвостку" значительно усовершенствовали: установили более мощные двигатели с винтами изменяемого шага, сделали убирающееся с помощью электропривода шасси, доработали вооружение. Кили с концов крыла перенесли на центроплан, расположив их так, чтобы они обдувались винтами двигателей.

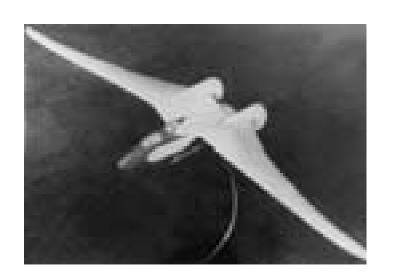
В марте 1938 г. модернизированный К-12 прошел Государственные испытания и был рекомендован к серийному выпуску. Производство машины поручалось подмосковному авиационному заводу № 207. В течение 1938 г. намечалось выпустить первую партию из 10 самолетов.[18]

Казалось, удача наконец-то повернулась к конструктору лицом. Но, как и тысячи других опытных специалистов, он стал безвинной жертвой сталинского террора. 1 апреля 1938 г. К.А.Калинина арестовали как "члена шпионско-диверсионно-вредительской организации" и через несколько месяцев расстреляли. Самолет "врага народа" был изъят из программы развития военной авиации.

Незадолго до начала войны с Германией в СССР развернулись испытания другого необычного бомбардировщика — ДБ-ЛК ("дальний бомбардировщик-летающее крыло"). Он имел совершенно оригинальную схему — двухфюзеляжную, с крылом обратной стреловидности. Создал эту уникальную машину ведущий специалист ЦАГИ по прочности авиационных конструкций Виктор Николаевич Беляев.

В начале 30-х годов Беляев занимался поиском такой формы свободнонесущего крыла большого удлинения, которая была бы оптимальна и с точки зрения аэродинамики, и в отношении веса. Это являлось сложной проблемой, так как с увеличением размаха, необходимого для получения большей подъемной силы, вес крыла быстро растет. После множества расчетов и экспериментов Беляев пришел к заключению, что наивыгоднейшее сочетание аэродинамического качества, жесткости и веса дает крыло со значительным сужением, особым образом подобранной круткой по размаху и небольшой отрицательной стреловидностью, уменьшающейся к концам.

С целью проверки теории в 1934 г. в ЦАГИ построили экспериментальный бесхвостый планер ЦАГИ-2 (БП-2). Строго говоря, это была "полубесхвостка", так как сверху над двумя вертикальными килями находился руль высоты. Но он являлся как бы резервным органом: управлять планером в вертикальной



Модель бесхвостого планера В.Н.Беляева БП-3.

плоскости летчик мог и с помощью горизонтального руля на центроплане, а продольная балансировка достигалась применением S-образного профиля М-6bis. Крыло имело размах 14,8 м, стреловидность передней кромки составляла -6^0, только самые концы крыла были прямые.

Осенью 1934 г. ЦАГИ-2 участвовал в планерных состязаниях в Коктебеле. Пилоты хорошо отзывались об его устойчивости. После окончания состязаний планерист Н.С.Юдин совершил на нем буксировочный перелет из Крыма в Москву.[19]

В 1936 г. В.Н.Беляев построил по той же схеме двухместный планер БП-3. Для улучшения аэродинамических характеристик аппарата конструктор увеличил размах крыла до 20 м, уменьшил площадь вертикальных килей, отказался от дополнительного руля высоты над крылом. В результате аэродинамическое качество по сравнению с БП-2 возросло в полтора раза: с 18 до 27,5. Небольшая серия таких планеров была построена для авиационной школы в Ейске.

Хорошие результаты испытания бесхвостых планеров с крылом отрицательной стреловидности позволили Беляеву приступить к созданию самолета. Вначале, в соответствии с проводимым "Авиавнито" в 1934 г. конкурсом на скоростной пассажирский самолет, намечалось построить гражданский двухмоторный самолет. Проект был обсужден и одобрен на заседании ученого совета ЦАГИ.[20] Однако напряженная внешнеполитическая обстановка требовала в первую очередь новых боевых машин. Поэтому Беляев решил перепроектировать самолет в дальний скоростной бомбардировщик. Чтобы уменьшить лобовое сопротивление, было решено отказаться от обычного фюзеляжа и разместить экипаж, бомбы и стрелковое вооружение в двух цилиндрических отсеках, являющихся продолжением мотогондол.

Вот что пишет о том, как создавался инициативный проект ДБ-ЛК сотрудник Беляева, руководитель группы технического проектирования, Л.Л.Селяков: "Я взялся за эту работу. Скажу откровенно, приходилось много ловчить и выкраивать любую свободную минуту для выполнения проекта. Чертежная доска на моем столе стала рабочей с двух сторон. На одной — выполнялась текущая работа, а на другой создавался общий вид будущего бомбардировщика. Душа тянулась к обратной стороне доски. В скором времени появился общий вид нового самолета. Все в нем было продумано. Учтен опыт войны в Испании, пожелания руководства ВВС и т.д."[21]

Проект бомбардировщика заинтересовал руководителей Наркомата авиационной промышленности и ВВС. В 1938 г. для его реализации при заводе № 156 в Москве было создано специальное конструкторское бюро — ОКБ-16. В.Н.Беляева назначили Главным конструктором КБ.

Постройка ДБ-ЛК завершилась к сентябрю 1939 г. Самолет был металлический, только некоторые части крыла имели полотняный покров. Крыло по форме — как у планера БП-2, его размах равнялся 21,6 м. Профиль — М-6bis в центре и "Геттинген-387" на концах. Для обеспечения продольной балансировки угол установки профиля увеличивался к концам на 12^0 (положительная крутка). Угол стреловидности по передней кромке составлял $-5^0 42'$, а самые концы крыла были отведены назад под углом 30^0 и несли небольшие дополнительные элероны. Это сделали для того, чтобы сохранить поперечную управляемость в случае срыва потока на основной части крыла. Кроме того, на передней кромке напротив элеронов установили автоматические предкрылки.

Так как нагрузка на крыло была весьма значительной, самолет снабдили щитками, отклоняющимися на 45^0 вниз при посадке. Чтобы при этом равновесие машины не нарушилось, на центроплане установили специальный балансировочный закрылок. При посадке с отклоненными щитками он подни-

мался вверх и создавал момент, удерживающий бомбардировщик от пикирования. С той же целью элероны, расположенные впереди центра тяжести самолета, при выпуске щитков автоматически отклонялись вниз. Продольное управление осуществлялось с помощью установленного на киле горизонтального руля. Поэтому по внешнему виду ДБ-ЛК правильнее было бы считать "короткохвосткой", чем "бесхвосткой". Но так как продольная балансировка самолета обеспечивалась исключительно формой и круткой крыла, по балансировочной схеме он, по сути, являлся "бесхвосткой".

Как уже отмечалось, ДБ-ЛК не имел фюзеляжа. Его функции выполняли удлиненные мотогондолы. За двигателями они переходили в кабины, затем — в бомбоотсеки, и наконец — в конусообразные подвижные стрелковые установки. В кабине левой мотогондолы находились пилот и стрелок, правой — штурман и стрелок-радист. Под кабинами были ниши, куда в полете убиались стойки шасси. Самолет имел мощное вооружение: два пулемета на передней кромке центроплана, две вращающиеся пулеметные башни на крыле и под ним и две хвостовые установки. Бомбоотсеки вмещали 1000 кг бомб.

ДБ-ЛК проектировался под двигатели воздушного охлаждения М-88 мощностью 1090 л.с. Однако 15 декабря 1938 г. при испытании истребителя И-180 с М-88 из-за отказа двигателя произошла катастрофа, погиб В.П.Чкалов. После этого эксплуатация М-88 была временно запрещена, и Беляеву пришлось установить на самолете менее мощные двигатели М-87Б.

Испытания бомбардировщика в НИИ ВВС начались в октябре 1939 г. с пробежек по аэродрому и коротких подлетов. Дважды случались чрезвычайные происшествия, к счастью без трагических последствий. 24 ноября начальник Института А.И.Филин при пробежке на самолете на большой скорости налетел колесом на препятствие. Бомбардировщик опрокинулся на нос, были погнуты винты и поломалась стойка шасси. В другой раз из-за неправильной балансировки самолет вместо того, чтобы чуть-чуть приподняться и пролететь над аэродромом, свечой взмыл в небо. Казалось, что в следующий момент он, потеряв скорость, рухнет вниз. Положение спасли предкрылки — автоматически открывшись, они предотвратили срыв потока, летчик сумел выравнять машину и благополучно приземлился.

Тем временем на заводе № 156 началась подготовка к выпуску еще двух экземпляров ДБ-ЛК. На одном из них должны были стоять двигатели М-88, на другом — двигатели водяного охлаждения АМ-35.

8 марта 1940 г. М.А.Нюхтиков совершил на ДБ-ЛК первый полет по программе испытаний. Еще лежал снег, поэтому вместо колес самолет разбегался на лыжах.



ДБ-ЛК после аварии, случившейся при пробной пробежке по аэродрому.

Отремонтированный ДБ-ЛК во время Государственных испытаний в 1940 г.



Первый полет с колесным шасси состоялся 28 апреля 1940 г. Он продолжался 45 минут и прошел вполне успешно.

Так как бомбардировщик устойчиво держался в воздухе и нормально управлялся, его решили срочно подготовить для показа на первомайском параде. 29 апреля самолет перегнали на Центральный аэродром, где базировалась предназначенная к показу авиатехника. Однако ДБ-ЛК не довелось поучаствовать в параде: из-за загрязнения карбюратора не запустился один из двигателей.

Самолет проходил государственные испытания в НИИ ВВС до конца июня 1940 г. Всего было около 100 полетов, б льшую часть которых выполнил М.А.Нюхтиков. После увеличения площади киля и подбора оптимального положения центра тяжести (для этого в капоты двигателей пришлось заложить по 140 кг свинцового балласта) проблем с устойчивостью и управляемостью не возникало. "По своим полетным свойствам в воздухе самолет ДБ-ЛК достаточно прост, и пилотирование им не отличается от пилотирования самолетов нормальных схем", — отмечалось в отчете по испытаниям.[22] Летно-скоростные характеристики были отличными. Так, максимальная скорость ДБ-ЛК на высоте 5200 м равнялась 488 км/ч — на 45 км/ч больше, чем у новейшего серийного бомбардировщика ДБ-3Ф при такой же бомбовой нагрузке и намного более мощном стрелковом вооружении. Было даже предложено, не дожидаясь окончания испытаний, начать выпуск первой серии из 10 самолетов.[23]

Однако решение о принятии ДБ-ЛК на вооружение все же не состоялось. В выводах НИИ ВВС по испытаниям говорится:

"1. В предъявленном виде самолет ДБ-ЛК 2М87Б, конструкции инженера Беляева, производства завода № 156, государственные испытания не выдержал, из-за:

а) Недоступности по своим взлетно-посадочным свойствам летчикам средней квалификации (большая посадочная скорость, равная 150—155 км/час, большой разбег — 650—680 м, прыжки при взлете).

б) Плохого обзора у штурмана и летчика, не обеспечивающего наведение на цель и проведение бомбометания.

в) Неотработанности фюзеляжных стрелковых установок, что не позволяет использовать их одному стрелку для обороны самолета.

г) Невозможности полной загрузки самолета бомбами и горючим из-за неудовлетворительной центровки и взлетных свойств самолета.

2. Вместе с тем, самолет ДБ-ЛК как новый тип самолета "летающее крыло" по скоростным данным и возможности обеспечения хорошей обороноспособности задней полусферы имеет преимущества перед самолетами нормальной схемы."[24]

В.Н.Беляеву рекомендовалось доработать бомбардировщик и затем вновь передать его на испытания. Вскоре конструктор представил новый вариант. Для улучшения обзора кабину экипажа решили разместить у передней кромки в центральной части крыла. В соответствии с пожеланиями военных, конструкция самолета давала возможность производить бомбометание с пикирования.[25]

В 1941 г. был готов полноразмерный макет будущего бомбардировщика. Однако начало войны с Германией прервало дальнейшие работы. Когда немецкие войска стали приближаться к Москве, НИИ ВВС решили перебазировать в Свердловск. Незадолго до эвакуации стоящий на институтском аэродроме ДБ-ЛК облили бензином и подожгли.

По летным характеристикам ДБ-ЛК был лучшим среди "бесхвосток" военного назначения. Вместе с тем, предложенная Беляевым схема не имела больших перспектив. Так как отрицательная стреловидность крыла ведет к ухуд-

шению путевой устойчивости, на ДБ-ЛК относительная площадь киля была больше, чем у других бомбардировщиков. Увеличенный киль и расположенный над крылом руль высоты сводили к нулю все аэродинамические преимущества "бесхвостки", а высокая скорость была достигнута за счет большой нагрузки на крыло (203 кг/м^2) и совмещения мотогондол с фюзеляжами. Соответственно с нагрузкой на крыло посадочная скорость ДБ-ЛК оказалась на 20—30 км/ч выше, чем у других самолетов того времени.

Итак, испытания самолетов схемы "бесхвостка" не выявили заметных преимуществ в летных характеристиках. Можно ли было достичь большего в случае применения схемы "летающее крыло"? Этому посвящены две следующие главы.

Источники и комментарии

1. C.Poulsen. The fighting "Pterodactyl" // Flight. 6.09.1934. P. 914—196.
2. В октябре 1934 г. Джеффри Хилл ушел из "Вестланд-Хилл" на преподавательскую работу в Университетский колледж в Лондоне. С этого времени фирма была переименована в "Вестланд".
3. P.Lewis. The plate of the Pterodactyls // Air Pictoral. 1973. August. P. 319.
4. W.Green. The warplanes of the Third Reich. London, 1970. P. 247.
5. А.С.Москалев. Голубая спираль. Воронеж, 1995. С. 46—48.
6. РГАЭ. Ф. 8044. Оп. 1. Д. 1604. Л. 269—271.
7. По материалам архива И.Г.Султанова.
8. Final report of development, procurement and acceptance of the XP-56 airplane // National Air&Space Museum' Archive.
9. РГВА. Ф. 24708. Оп. 5. Д. 209. Л. 3—7.
10. ХАЗОС — Харьковский авиационный завод опытного самолетостроения. К.А.Калинин с 1926 г. был Главным конструктором этого завода.
11. РГАЭ. Ф. 8328. Оп. 1. Д. 729. Л. 65.
12. А.Н.Грацианский. О жизни и деятельности К.А.Калининиа // Из истории авиации и космонавтики. 1975. Вып. 26. С. 110.
13. П.М.Стефановский. Триста неизвестных. М., 1968. С. 65—67.
14. П.Я.Козлов. О работах К.А.Калинина по самолетам схемы "бесхвостка" // Из истории авиации и космонавтики. 1990. Вып. 61. С. 27.
15. РГВА. Ф. 24708. Оп. 11. Д. 189. Л. 48.
16. Там же. Л. 19.
17. Там же. Л. 1.
18. В.С.Савин. Планета "Константин". История авиации и страны сквозь призму жизни конструктора Калинина. Харьков, 1994. С. 276, 287.
19. А.Ф.Турчков. Планеры "ЦАГИ-1" и "ЦАГИ-2" в свете проблемы бесхвостых самолетов // Техника воздушного флота. 1935. № 12. С. 19—65.
20. Техника воздушного флота. 1935. № 8. С. 99—100.
21. Л.Л.Селяков. Тернистый путь в никуда. Записки авиаконструктора. М., 1997. С. 33.
22. РГВА. Ф. 24708. Оп. 9. Д. 505. Л. 44.
23. РГВА. Ф. 4. Оп. 14. Д. 2688. Л. 1.
24. РГВА. Ф. 24708. Оп. 9. Д. 505. Л. 51—52.
25. Селяков. С. 45.

10

В СТРЕМЛЕНИИ К ИДЕАЛУ: ПЛАНЕРЫ И САМОЛЕТЫ БРАТЬЕВ ХОРТЕН

Желание конструкторов создать совершенный в отношении аэродинамики самолет привело к появлению схемы "летающее крыло". Как уже рассказывалось, первые летательные аппараты такой схемы построил в середине 20-х годов Б.И.Черановский. Позднее над проектами "летающего крыла" работали А.Липпиш и А.Зольденхоф в Германии, А.И.Путилов и К.А.Калинин в СССР, Р.Кокс в Англии, К.Снайдер в США. Эти проекты так и остались на бумаге, а создатель первых "летающих крыльев" Черановский занялся конструированием легкомоторных "бесхвосток" с фюзеляжем и вертикальным оперением.

Все это вполне объяснимо. Для того, чтобы крыло "поглотило" фюзеляж и мотогондолы, оно должно быть очень большим. А чем больше самолет, тем он дороже. Принимая во внимание, что даже обычные "бесхвостки" нередко страдали недостаточной устойчивостью и управляемостью, понятно, что желающих субсидировать строительство гигантского "летающего крыла" не находилось. Построить же такой самолет на собственные средства изобретателям было не по силам.

И все же нашлись энтузиасты, которые упорно продолжали работать над воплощением концепции "летающего крыла" в жизнь и добились на этом поприще определенных успехов. Речь идет о братьях Реймаре и Вальтере Хортен.



Реймар и Вальтер Хортен, 1933 г.

Братья Хортен родились и выросли в Бонне в семье профессора местного университета. Реймар родился в 1913 г., Вальтер — в 1915 г. В детстве они увлеклись авиамоделизмом и пришли к убеждению, что наилучшие результаты дает применение "летающего крыла". С тех пор они с юношеским максимализмом строили самолеты и планеры только этой схемы. Основным генератором конструкторских идей был старший брат, Реймар.

Свой первый планер Ho.I Хортены создали в 1933 г. Строили они его у себя дома, на собственные деньги. Планер имел деревянный каркас и полотняную обшивку. Крыло — трапециевидной формы со стреловидностью передней кромки 23^0. Большая относительная толщина профиля (20%) позволяла почти полностью поместить внутри крыла летчика: прозрачный фонарь, закрывающий его голову, выступал вверх всего на 30 см. Профиль имел симметричные очертания, продольная балансировка обеспечивалась отрицательной круткой крыла на угол 7^0. Посадка осуществлялась на лыжу.

Согласно взглядам братьев Хортен, летательный аппарат не должен иметь частей, создающих "вредное" (т.е. не связанное с образованием подъемной силы) аэродинамическое сопротивление. Поэтому конструкторы отказались от киля и руля направления, заменив последний попеременно действующими аэродинамическими тормозами, расположенными сверху и снизу на концах крыла. Для продольного и поперечного управления на задней кромке устано-



Планер Ho.I

вили элевоны. Чтобы не портить аэродинамику планера, Хортены не стали применять подвесные рули, а сделали их частью контура профиля крыла.

Летом 1933 г. планер был готов. Его доставили на местный аэродром. Первые подлеты, осуществлявшиеся с помощью резинового амортизатора или буксировки планера автомобилем, показали, что Ho.I плохо слушается рулей. Отклонение элевонов вверх вызывало заметное падение подъемной силы и нарушало продольную балансировку аппарата, а если они действовали как элероны, одновременно с креном возникало скольжение на крыло.[1] Аэродинамические тормоза работали эффективно, однако, чтобы прекратить вращение вокруг вертикальной оси после действия тормозов на одном крыле, летчик должен был дать обратный импульс, т.е. на короткое время включить тормоза на другом крыле.

После доработок, выразившихся в перемещении центра тяжести аппарата вперед и изменении площади и угла отклонения элевонов, Вальтер выполнил первый свободный полет. В следующем, 1934 г., Ho.I участвовал на престижных планерных состязаниях в Вассеркуппе. Реймар в то время еще учился в школе и с трудом отпросился на несколько дней, чтобы продемонстрировать полеты планера. Пилотом самолета-буксировщика был его брат Вальтер, проходивший обучение в школе военных летчиков и получивший увольнение только на один день. Набрав высоту, Вальтер отсоединил трос и улетел, чтобы успеть до ночи прибыть в свою часть. Из-за проходящего поблизости грозового фронта планер сильно трепало прорывами ветра, но Реймар сумел совершить довольно продолжительный полет и, обогнув горный массив, вернулся к месту старта. При посадке лыжа задела за препятствие и сломалась.

Установить новую лыжу не составляло особого труда, но вот денег на аренду самолета-буксировщика у Реймара не было. Между тем состязания закончились, и директор Вассеркуппской планерной школы потребовал убрать Ho.I с аэродрома. Реймар в отчаянии позвонил А.Липпишу в Дармштадт, предлагая подарить ему планер, если Институт изучения парящего полета оплатит расходы по его транспортировке. Липпиш ответил отказом, и Реймару не оставалось ничего другого, как оттащить Ho.I за пределы аэродрома и

сжечь. Единственным утешением послужил приз за оригинальность конструкции, врученный Хортенам после состязаний.

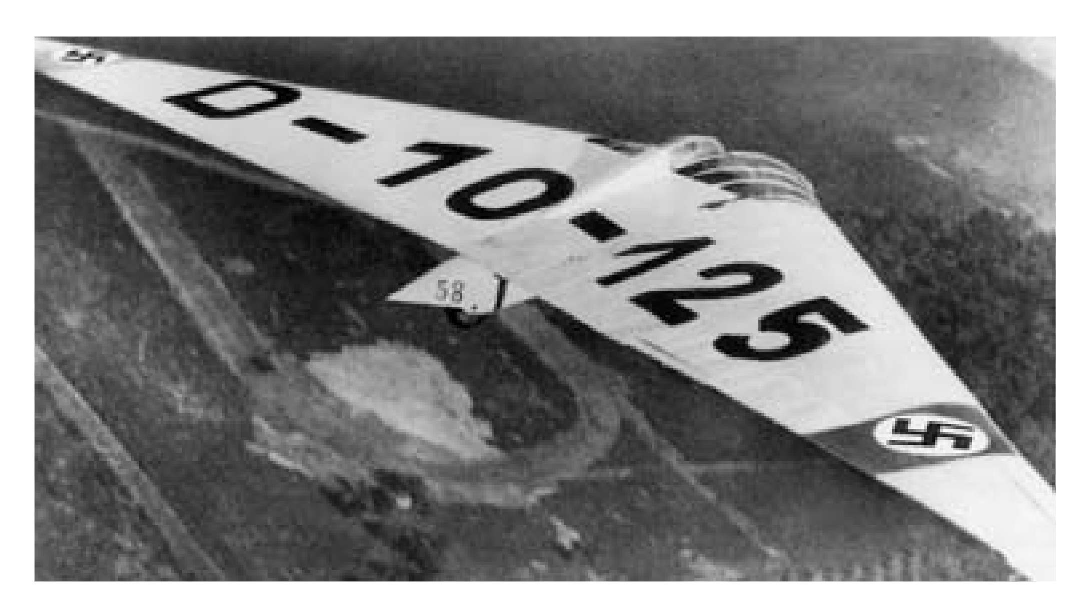
В следующем году братья Хортен построили новый планер-"летающее крыло" Но.II "Хабихт" ("Ястреб"). Чтобы улучшить путевую устойчивость, стреловидность передней кромки крыла увеличили до 29,5^0, задней кромке также придали стреловидность. Отклоняемые поверхности на крыле служили как закрылки (внутренняя пара) и для управления (внешняя пара). Пилот размещался в крыле, лежа на спине ногами вперед. Для обзора фанерную обшивку передней части центроплана заменили прозрачной, из плексигласа. Вместо лыжного шасси установили колесное, с двумя расположенными одна за другой опорами. Передняя стойка вместе с колесом убиралась в полете, задняя была неубираемая. Она могла поворачиваться вокруг оси и была снабжена обтекателем, который в полете выполнял роль подфюзеляжного киля и руля направления. Центральная часть планера была выполнена из стальных труб и имела фанерную обшивку, консоли крыла — деревянные, с полотняным покрытием. Такое сочетание материалов стало типичным для большинства планеров и самолетов Хортенов.

Но.II также был построен в домашних условиях. Молодым конструкторам помогали члены местного планерного клуба и работники мотоциклетной мастерской. Строительство заняло 9 месяцев и завершилось в мае 1935 г.

Устойчивость и управляемость "Хабихта" были лучше, чем у первого планера, и Хортены выполнили на нем много удачных полетов. Одновременно с испытаниями машины они накапливали летный опыт (к началу конструкторской деятельности Реймар имел только один час налета на планерах). Аэродинамическое качество планера при скорости 72 км/ч равнялось 24 — на три единицы больше, чем у Но.I.

В 1938 г. на берлинском аэродроме планер испытала знаменитая немецкая летчица Ханна Рейч. Она отмечала, что Но.II ни в каких положениях не попадает в срыв и штопор, прост при посадке, но слишком резко реагирует на действие аэродинамических тормозов, а лежачее положение затрудняет обзор.[2]

Для того, чтобы аппарат мог взлетать самостоятельно, Хортены в 1935 г. одолжили на время двигатель воздушного охлаждения Хирш НМ-60R мощностью 80 л.с. и разместили его в крыле за кабиной. На валу установили двухлопастный пропеллер. Вес моторизованного аппарата, получившего обозначе-



Но.II, усовершенствованный вариант первого "летающего крыла" молодых немецких авиаконструкторов.

ние Ho.IIM, возрос до 330 кг, взлетный вес составил 450 кг, максимальная скорость полета с включенным двигателем — 200 км/ч. Высоту 1000 м мотопланер набирал за две с половиной минуты.

В 1936 г. братья поступили на службу в Люфтваффе. Командир части, где служил Вальтер, был так впечатлен полетами своего подчиненного на Ho.II, что дал указание изготовить еще три таких планера. Они имели приподнятый над крылом фонарь, что позволило разместить пилота в более привычной сидячей позе.

На двух Ho.II братья участвовали в национальных планерных состязаниях 1937 г. Призовое место им не досталось, хотя во время одного из парящих полетов Вальтер достиг высоты более 2000 м. Третий Ho.II был готов в 1938 г. Он имел усиленную конструкцию и использовался для акробатических полетов. В пикировании планер мог разгоняться до скорости 480 км/ч. На нем был выполнен перелет (в свободном полете) дальностью 260 км.



Планер Ho.III отличался увеличенным удлинением крыла и измененной системой управления.

К следующим состязаниям Хортены сконструировали новый планер — Ho.III. По форме он почти не отличался от Ho.II, но размах крыла увеличился с 16,5 до 20,4 м. Соответственно удлинение возросло с 8,5 до 11,6, а аэродинамическое качество — с 24 до 28. Летчик располагался сидя и имел обзор как через слегка выступающий из крыла фонарь, так и через прозрачную переднюю кромку центроплана.

Главным нововведением стала усовершенствованная система управления. Поверхности за крылом были разделены на три секции, причем каждая имела свой диапазон углов поворота: внутренняя пара могла отклоняться только вниз и служила для увеличения подъемной силы при посадке, средняя отклонялась на 30^0 вниз и на 5^0 вверх, а внешняя — на 5^0 вниз и на 30^0 вверх. Это было сделано для того, чтобы сохранить отрицательную крутку крыла по размаху и, следовательно, продольную балансировку летательного аппарата при любых положениях ручки управления.

К началу планерных состязаний в Вассеркуппе (август 1938 г.) были изготовлены два Ho.III. Один из них пилотировал Вернер Блех, другой — Хайнц Шайдхауэр. Оба пилота успели потренироваться на новых планерах Хортенов и даже совершили пробный перелет, продолжительность которого составила 9 часов. По оценкам пилотов, парящие свойства Ho.III были лучше, чем у других машин.

Все это позволяло надеяться на победу. Однако погода преподнесла сюрприз, закончившийся трагедией. Вот как описывает случившееся Реймар Хортен:

"6 августа над Вассеркуппе образовалось большое кучевое облако. Несколько планеристов взлетели, привлеченные возможностью попарить в восходящих потоках. Среди стартовавших планеров были оба Ho.III. Когда планеры вошли в облако, оно внезапно потемнело и началась сильная гроза.

Примерно через час показался один из Ho.III. После неуправляемого снижения он ударился о землю недалеко от Поппенхаузена. Это был планер Блеха. Пилота в нем не оказалось, не было и парашюта, отсутствовал фонарь кабины: очевидно Блех выбросился с парашютом. Крыло было так изрешечено градом, что непонятно, как планер мог лететь. Вскоре кто-то увидел спускающийся парашют, под ним на ремнях безжизненно висело тело пилота. Это был Блех. Почему-то у него оказалась сломана шея. Смерть пилота могла наступить из-за кислородного голодания, так как стрелка барографа зашкалила за предельное для прибора значение — 8000 м.

Пилот второго Ho.III Хайнц Шайдхауэр покинул планер на парашюте в районе Вюстензахсена после того, как градины расщепили плексигласовый обтекатель и повредили фанерную обшивку крыла. Когда его обнаружили, он

без сознания висел на стропах запутавшегося на дереве парашюта. Его барограф также показывал высоту более 8000 м — значение, считавшееся недоступным для планера. Шайдхауэра отправили в больницу, где он лечился от полученных во время полета обморожений."[3]

Так как случившееся произошло не по вине планера, военные выдали заказ на постройку еще десяти Ho.III. Четыре из них с успехом летали на состязаниях 1939 г.; на одной из этих машин Шайдхауэр осуществил перелет дальностью 340 км.

В связи с предполагаемой высадкой немецких войск в Англии, в 1940 г. по указанию руководства Люфтваффе пять Ho.III переделали из спортивных в транспортные планеры. Для этого в центральной части крыла сделали нишу, в которую можно было поместить 200 кг груза; по бокам на крыльях имелось еще по два отсека, на 50 кг груза каждый. Даже с 400 кг дополнительной нагрузки планер не утратил способности к парящему полету. Такой же модификации подверглись два Ho.II.

Позднее, в 1943 г., проходил испытания Ho.III с летчиком в лежачем положении. В отличие от первого Ho.II, в нем человек располагался на груди, опираясь головой на специальную мягкую подставку. Достоинствами такой компоновки были не только уменьшение аэродинамического сопротивления (отсутствовал выступающий вверх фонарь), но также превосходный обзор через прозрачный носок крыла и возможность переносить в лежачем положении большие перегрузки.

Существовал и двухместный вариант Ho.III. Летчики находились в центральной части крыла, сидя один за другим; каждое место было оборудовано ручкой управления и педалями. Два таких планера с июля 1944 г. по март 1945 г. использовались для обучения пилотов строящихся боевых "бесхвосток".

В начале 1943 г. Хортены продемонстрировали профессору Людвигу Прандтлю полеты Ho.III в варианте мотопланера. Так же, как на Ho.IIM, дви-



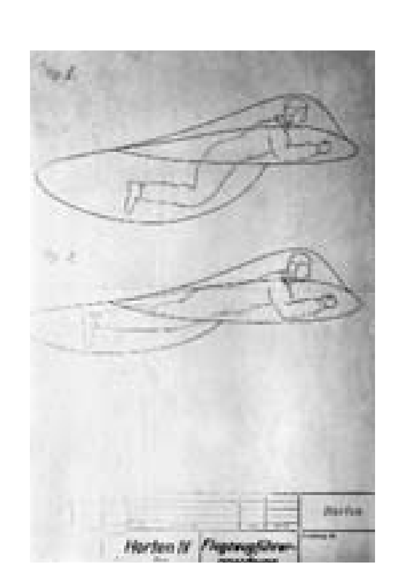
Центроплан Ho.III с установленным на нем двигателем. Чтобы не ухудшать аэродинамические характеристики аппарата при неработающем двигателе, лопасти винта, как показано на фотографии, могли складываться.

гатель (Вальтер "Микрон", 48 л.с.) находился внутри крыла и вращал толкающий винт.

Через год неустойчиво работающий "Микрон" заменили на более надежный "Фольксваген" мощностью 30 л.с. Вращение передавалось на винт с помощью ременной передачи. При остановке двигателя лопасти автоматически складывались, чтобы не создавать дополнительное сопротивление в безмоторном полете. В первом же вылете, 22 февраля, Шайдхауэр, перемещаясь от одного восходящего воздушного потока к другому и затем, выключив мотор и поднимаясь кругами, достиг высоты 1400 м. На этой высоте одна из лопастей покрылась льдом, при включении двигателя возникла вибрация, и это заставило пилота пойти на снижение.

В общей сложности с 1938 г. по 1944 г. построили 19 Ho.III. Это было первое в истории авиации "летающее крыло", находившееся в серийном производстве.

Хорошие планирующие и парящие качества Ho.III не остановили Реймара Хортена от создания нового планера — Ho.IV, с еще более высоким аэродинамическим качеством.[4] При равном размахе крыла его удлинение было почти вдвое больше, чем у Ho.III — 21,8. Этого удалось достичь за счет уменьшения длины хорды крыла. Была уменьшена также относительная толщина профиля. В результате высота центроплана стала недостаточной для размещения там пилота и под крылом пришлось приделать гондолу. Она имела небольшие размеры, так как конструктор придумал для планериста совершенно необычную позу: летчик стоял на коленях, сильно наклонившись вперед и опираясь подбородком на специальную опору. По словам Р.Хортена[5], это положение было вполне комфортабельным, однако у меня это утверждение вызывает большие сомнения.



Варианты размещения летчика на планере Ho.IV.

Необычная позиция пилота заставила отказаться от стандартной ручки управления. Вместо нее на планере установили небольшой рычаг, вращением которого осуществлялось управление креном, а перемещением вперед-назад — продольное управление. На крыле находились трехсекционные элевоны, которые, так же, как на Ho.III, имели различные диапазоны углов отклонения.

Колесное шасси тандемной схемы, применявшееся на предыдущих планерах Хортенов, показало себя не очень надежным при посадке на неровную поверхность. Поэтому на Ho.IV колеса заменили на лыжи с пружинными амортизаторами. Передняя лыжа после взлета могла подтягиваться к фюзеляжу. Для разбега использовалась отделяемая колесная тележка.

Первый полет Ho.IV состоялся в мае 1941 г., пилотировал планер Хайнц Шайдхауэр. Аппарат имел выдающиеся для планера характеристики: максимальное аэродинамическое качество — 37, минимальная скорость снижения — 0,5 м/с.[6] Вместе с тем выяснилось, что на скорости более 130 км/ч возникает сильная вибрация крыла — флаттер. Чтобы избежать этого опасного явления, у основания крыла установили дополнительные аэродинамические тормоза. В отличие от концевых тормозных поверхностей, предназначенных для поворотов в горизонтальной плоскости, они отклонялись одновременно и служили только для ограничения скорости при пикировании.

В 1943 г. было построено еще три Ho.IV. Два из них пережили войну, и до 1950 г. на них летали английские военные пилоты.

Еще более впечатляющими летными данными обладал планер Ho.VI. Его построили в 1944 г. для изучения предельных возможностей аэродинамического совершенствования летательного аппарата. За счет увеличения размаха до 24,2 м удлинение крыла достигло 32,4, а максимальное аэродинамическое качество — 45. По схеме он был аналогичен Ho.IV, только стреловидность крыла



уменьшили с 20^0 до $16{,}7^0$. Для большей прочности крыла многие его элементы были выполнены из металла, поэтому вес конструкции возрос с 250 до 330 кг.

Планеры (до конца войны изготовили два Ho.VI) появились слишком поздно, чтобы заинтересовать кого-либо в Германии их спортивными возможностями. После нескольких полетов, проведенных в начале 1945 г., один из планеров спрятали в окрестностях городка Бад Херсфельд. Американцы обнаружили необычный аппарат и отправили его для изучения на фирму Нортроп, занимавшуюся проектированием самолетов схемы "летающее крыло". Сейчас планер хранится в "запаснике" Аэрокосмического музея в Вашингтоне.

Говоря о последних планерах братьев Хортен, следует упомянуть о неудачной попытке применения на Ho.IV ламинарного крыла. Теоретическим преимуществом такого крыла, отличающегося специальной формой профиля и очень гладкой внешней поверхностью, является меньшее аэродинамическое сопротивление, так как воздушный поток обтекает его плавно, без завихрений.

Впервые ламинарное крыло было установлено на американском истребителе P-51 "Мустанг". В конце войны один из таких самолетов попал в руки

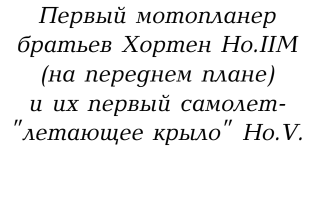
Планер Ho.VI, сконструированный для изучения предельных возможностей аэродинамического совершенствования летательного аппарата.

немецких специалистов, и они решили испытать свойства ламинарного крыла на бесхвостом планере Хортенов. После замены обычного профиля ламинарным штопорные характеристики планера резко ухудшились. Это привело к катастрофе. 18 января 1945 г. во время испытательного полета Германа Штребеля на "ламинизированном" Ho.IV планер внезапно сорвался в штопор. Штребель покинул кабину, но парашют не раскрылся и летчик погиб.

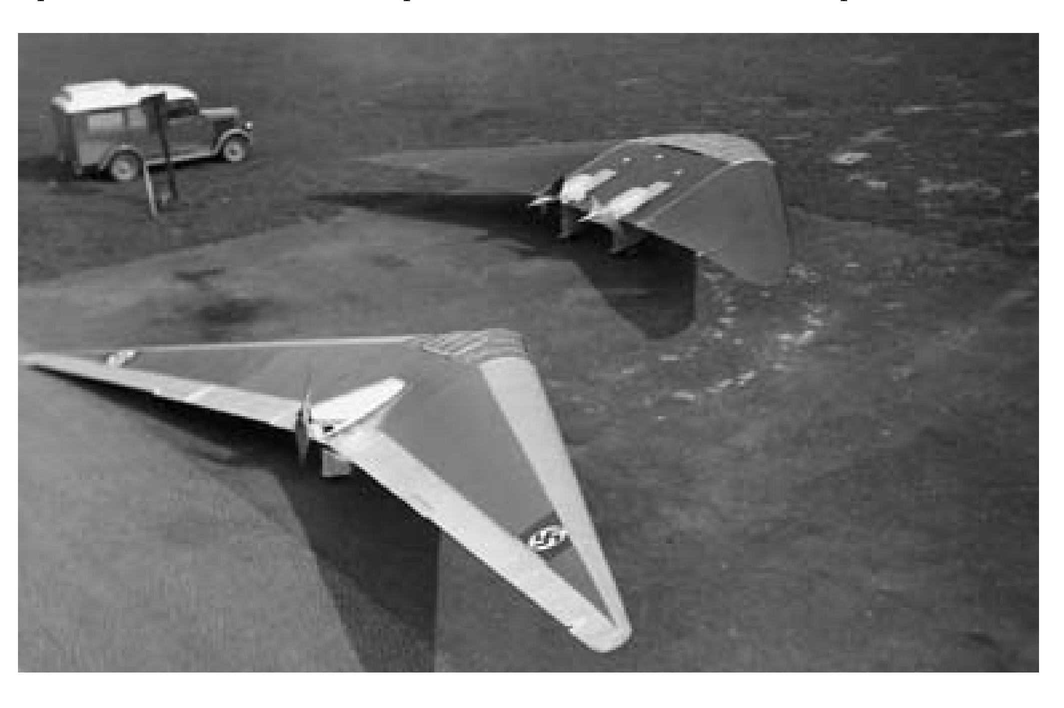
В развитии планеров братьев Хортен прослеживается четкая тенденция: повышение аэродинамического качества за счет увеличения удлинения крыла при сохранении той же общей схемы. Но однажды конструкторы отошли от этого принципа. В конце 1938 г. они построили планер с параболическим крылом. Его размах был всего 12 м, удлинение — 4,4. В отличие от "парабол" Черановского задняя кромка планера Хортенов также имела вид параболы и при виде сверху крыло напоминало полумесяц. Это был чисто экспериментальный аппарат, предназначавшийся для изучения аэродинамических свойств новой формы крыла. Из-за плохих условий хранения за зиму он пришел в негодность и поэтому не испытывался.

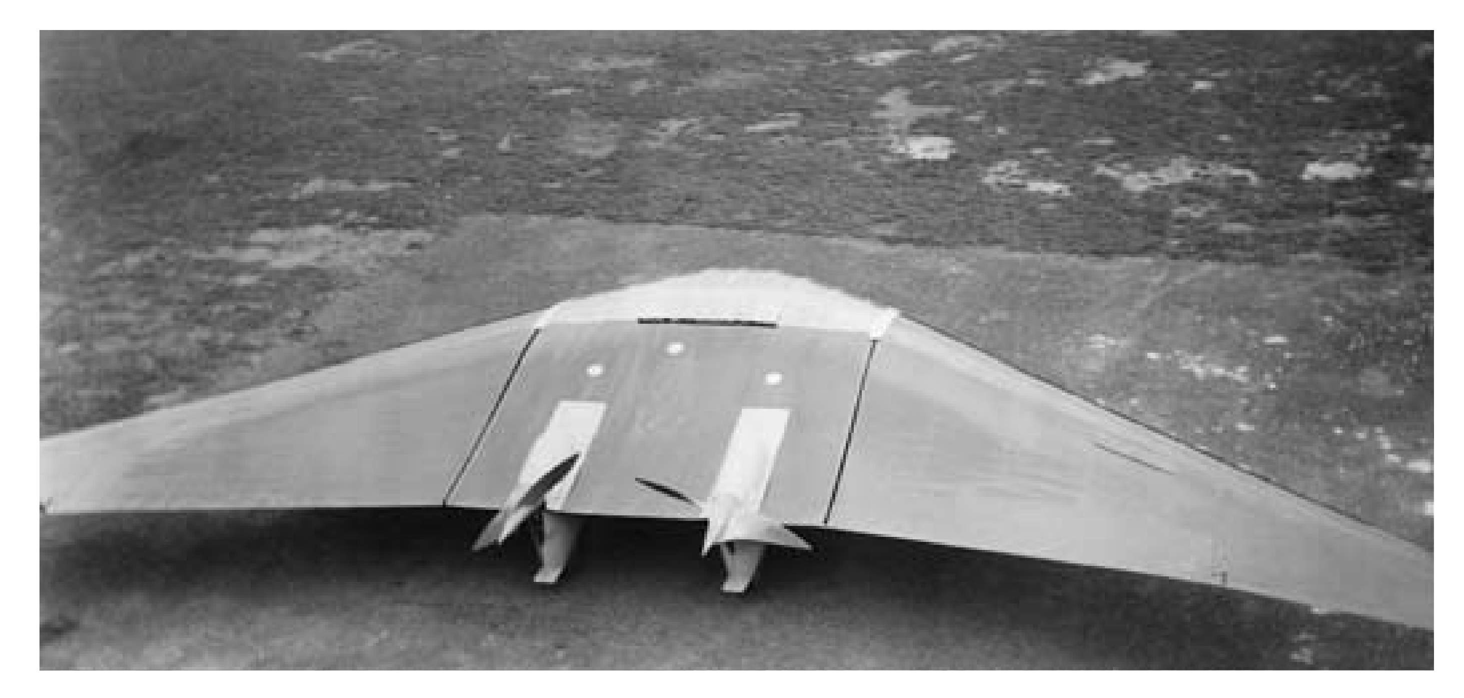
В конце 1936 г. братья Хортен создали свой первый самолет — Ho.V. Его спроектировали как прототип боевой машины. В мемуарах Р.Хортена говорится: "Наше Военное министерство было заинтересовано в военном самолете, который имел бы неограниченное поле обстрела задней пулеметной установки. В Англии уже была такая машина.[7] Мы предложили построить самолет с двумя толкающими винтами, между которыми можно было установить пулемет. Фирма Хирш обещала предоставить два двигателя HM-60, один — с правым, другой — с левым вращением вала. Их предполагалось установить на двухместном бесхвостом самолете, желательно — схемы "летающее крыло", без выступающей кабины.

Мы хотели доказать, что летные характеристики самолета будут не хуже, чем у обычной машины. Это требовало применения посадочных закрылков. Чтобы иметь возможность уравновесить продольный момент, возникающий при их отклонении, элевоны решено было сделать в виде поворотных концов



Первый мотопланер братьев Хортен Ho.IIM (на переднем плане) и их первый самолет-"летающее крыло" Ho.V.





Первый экземпляр самолета Ho.V.

крыла. Стреловидное крыло с изломом по передней кромке позволяло приблизиться к идеальной параболической форме..."[8]

При создании Ho.V впервые в истории авиации широко использовались композиционные материалы. Химическая компания "Динамит АГ" предоставила для этого необходимые компоненты. Вместо металла и дерева в конструкции самолета применялись прессованные детали на основе фенольных смол. Статические испытания подтвердили достаточную прочность крыла.

Как было задумано, Ho.V представлял собой "летающее крыло" с относительной толщиной профиля 18%. Оба члена экипажа находились в крыле в горизонтальном положении, глядя на мир через прозрачную переднюю кромку. Угол стреловидности крыла менялся от 25^0 в центре до 40^0 по краям. Шасси — трехколесное, неубирающееся.

Первый полет состоялся в 1937 г. Ho.V успешно взлетел и некоторое время устойчиво держался в воздухе. Однако из-за отказа одного из двигателей на малой высоте самолет резко накренился, задел за землю крылом и упал. Летчик уцелел, но самолет был так сильно поврежден, что не подлежал восстановлению.

Тогда Хортены решили построить новый экземпляр. На этот раз для простоты самолет изготовили из обычных материалов. Размах крыла увеличили с 14 до 16 метров. Чтобы дать возможность пилотам принять привычное сидячее положение, сверху установили два продолговатых фонаря. Вместо поворотных законцовок крыло оборудовали обычными элевонами.

Испытания второго Ho.V проходили в 1938 г. Все обошлось без происшествий. Самолет был устойчив, хорошо управлялся. Максимальная скорость полета составляла 260 км/ч, минимальная — 82 км/ч. Благодаря эффекту "воздушной подушки" при выпущенных закрылках посадка происходила очень плавно, сразу на три точки. От пилота требовалось только отжать ручку от себя и ждать, когда колеса нежно коснутся земли.

К началу войны, когда выяснилось, что на вооружении противника нет бесхвостых самолетов, Люфтваффе потеряли всякий интерес к Ho.V. Самолет выкатили из ангара и бросили гнить под открытым небом.





Второй, двухместный Ho.V.



Следует отметить, что в то время братья Хортен работали как конструкторы-любители. После поступления в армию они получали поддержку со стороны военных. Однако эта помощь была невелика и нерегулярна, так как никаких государственных контрактов Хортены не имели. В 1938 г. Реймар Хортен перешел работать в Технический университет в Бонне и на несколько лет лишился всякого содействия. Вальтер же стал военным летчиком. Предпринятая в 1939 г. попытка заинтересовать Эрнста Хейнкеля совместной разработкой перспективных скоростных вариантов "летающего крыла" не увенчалась успехом. Хортенам стало казаться, что все их усилия напрасны.

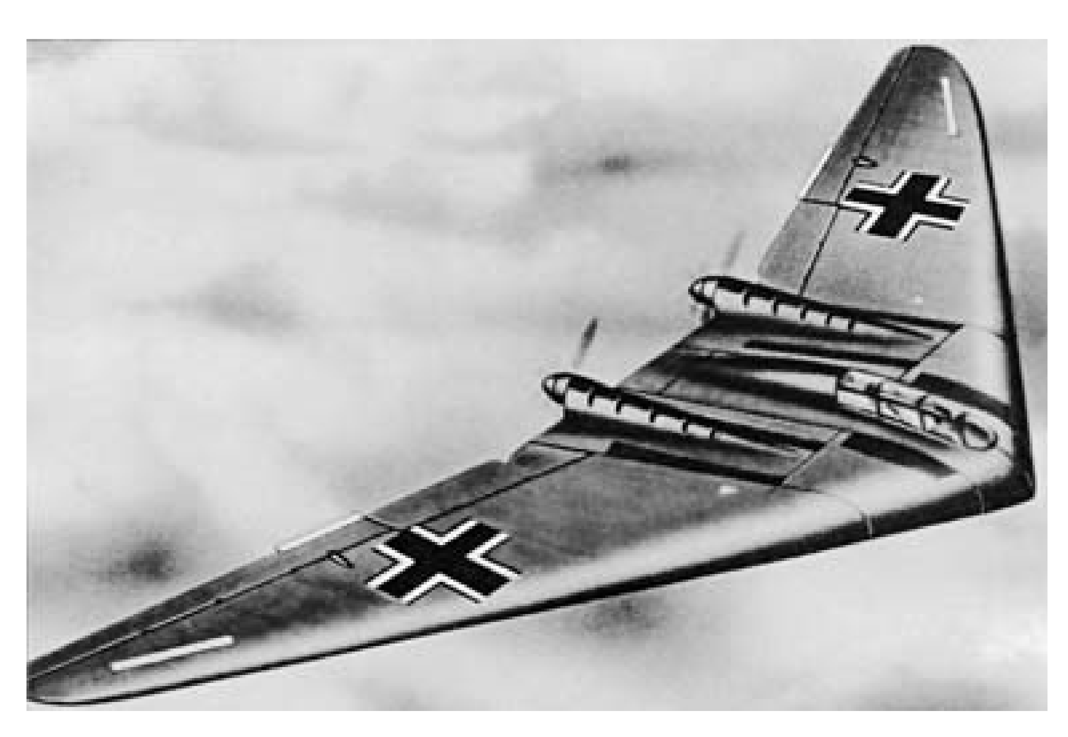
Ситуация резко изменилась во второй половине 1941 г., когда в Германии стало известно о работах американской фирмы Нортроп над самолетами схемы "летающее крыло". На базе ремонтного завода в Геттингене для Хортенов была создана специальная конструкторская группа "Зондеркоманда-9". Кроме этого они получили возможность использовать производственные мощности завода Пешке в Миндене. Министерство выделило средства для ремонта и дальнейших испытаний самолета Ho.V. В процессе восстановительных работ его переделали в одноместный.

В 1942 г. Ho.V был отправлен в Аэродинамический институт в Геттингене и проходил там испытания. Он оказался вполне устойчивым и послушным рулям, мог летать с одним неработающим двигателем. Хортены намеривались использовать его потом как буксировщик планеров. Но весной 1943 г. самолет разбился. Произошло это по вине пилотировавшего его профессора Штойпера из Геттингенского института: при взлете он ошибочно установил закрылок в посадочное положение, из-за большого аэродинамического сопротивления Ho.V не смог набрать высоту и ударился о крышу ангара. Штойпер остался цел, но самолет пришел в негодность.

Развитием Ho.V стал двухместный Ho.VII. Он предназначался для обучения военных летчиков, которые в дальнейшем должны были сесть за штурвал реактивного "летающего крыла". При создании самолета была использована схема Ho.V. Крыло имело такой же размах, как у второго экземпляра Ho.V. "Ломаную" переднюю кромку заменили прямой, с постоянным углом стреловидности 40^0. Вместо центрального закрылка на самолете установили



Подготовка самолета Ho.VII к полету. Второй слева — Э.Циллер, будущий испытатель реактивного "летающего крыла" Ho.IX.



Рисунок, изображающий Ho.VII в полете.

посадочные щитки. Их отклонение увеличивало коэффициент подъемной силы при посадке почти в полтора раза.

Самолет имел оригинальную систему путевого управления: при "даче ноги" из конца крыла выдвигался круглый стрежень, аэродинамическое сопротивление возрастало и самолет разворачивался вокруг вертикальной оси. Хотя по словам Р.Хортена такое устройство работало очень хорошо[9], оно применялось только на первом опытном экземпляре, остальные машины строились с рулями-аэродинамическими тормозами обычного типа.

На Ho.VII стояли двигатели Аргус As-10 мощностью по 240 л.с. Винты оборудовали механизмом автоматического изменения угла установки лопастей. Для безопасности аварийного покидания самолета винты можно было "отстрелить" — во втулках находился заряд взрывчатого вещества.

Так как самолет был рассчитан на б льшие скорости полета, чем Ho.V, шасси сделали убирающимся. Сдвоенные передние колеса убирались назад, две боковые стойки — вперед, с поворотом на 90^0.

По сравнению с Ho.V емкость топливных баков значительно увеличили, они могли вмещать 290 кг горючего. Взлетный вес самолета составил 2000 кг.

В мае 1944 г. Вальтер Хортен сделал первый полет на Ho.VII. Он же выполнил всю программу предварительных испытаний. Максимальная скорость полета была равна 350 км/ч, посадочная — 77 км/ч.

Позднее, по-видимому в конце 1944 г., Шайдхауэр демонстрировал самолет в Берлине самому Герингу. Как обычно бывает, в этот ответственный момент произошло ЧП. Чтобы показать возможности самолета, Шайдхауэр выключил один из моторов и несколько раз пролетел перед рейхсмаршалом на небольшой высоте. День был очень холодный, и когда летчик решил наконец запустить второй двигатель, это ему не удалось. Но хуже всего было то, что гидравлический насос, обеспечивающий выпуск и уборку шасси, также отказал, так как он приводился в действие от неработающего в тот момент двигателя. Попытка выпустить шасси с помощью аварийной пневматической системы не удалась из-за того, что во время безуспешных попыток запустить

двигатель израсходовался весь запас сжатого воздуха. Ничего не оставалось, как сажать самолет на брюхо, что Шайдхауэр и сделал.

Несмотря на случившийся конфуз, Геринг дал указание начать выпуск партии из двадцати Но.VII на авиационном заводе в Миндене. К концу войны один из этих самолетов был готов, а остальные находились на различных стадиях сборки.

Последним винтомоторным самолетом братьев Хортен, спроектированным в годы войны, был Но.VIII. Он разрабатывался как экспериментальный прототип реактивного бомбардировщика схемы "летающее крыло" с 6 ТРД Jumo-004.

Проектирование Но.VIII началось в 1944 г. По конструкции он представлял собой увеличенный вдвое планер Но.III, с 6 двигателями Аргус As-10 на крыле. Кабина экипажа была рассчитана на трех человек. Большой запас топлива (2760 кг) должен был обеспечить самолету дальность в несколько тысяч километров при скорости 250 км/ч. Расчетный взлетный вес Но.VIII равнялся 8000 кг.

Постройка Но.VIII велась на заводе в Геттингене с декабря 1944 г. Когда в апреле 1945 г. союзные войска заняли город, самолет был уже более, чем наполовину готов: в наличии имелись основные части крыла, шасси, элементы топливной системы. Вначале англичане намеревались достроить Но.VIII, установить на нем английские двигатели и использовать как пассажирский самолет, но затем отказались от этой затеи. В связи с решением о демилитаризации Германии часть самолетов и планеров братьев Хортен уничтожили, остальные вывезли из страны. Несколько хортеновских безмоторных "летающих крыльев" — Но.II, Но.III, Но.IV — в настоящее время находятся в авиационных музеях Германии и США.

После войны Реймар Хортен переехал в Аргентину и поступил на работу в Аргентинский аэротехнический институт, где продолжил конструкторскую деятельность. Его последним самолетом было транспортное "летающее крыло" I.Ae.38, сделанное по типу Но.VIII.



Передняя часть крыла недостроенного гиганта Но.VIII.



Спортивный планер Но.XVc, созданный Реймаром Хортеном в Аргентине. Осенью 1956 г. Х.Шайдхауэр совершил на нем перелет через Анды.

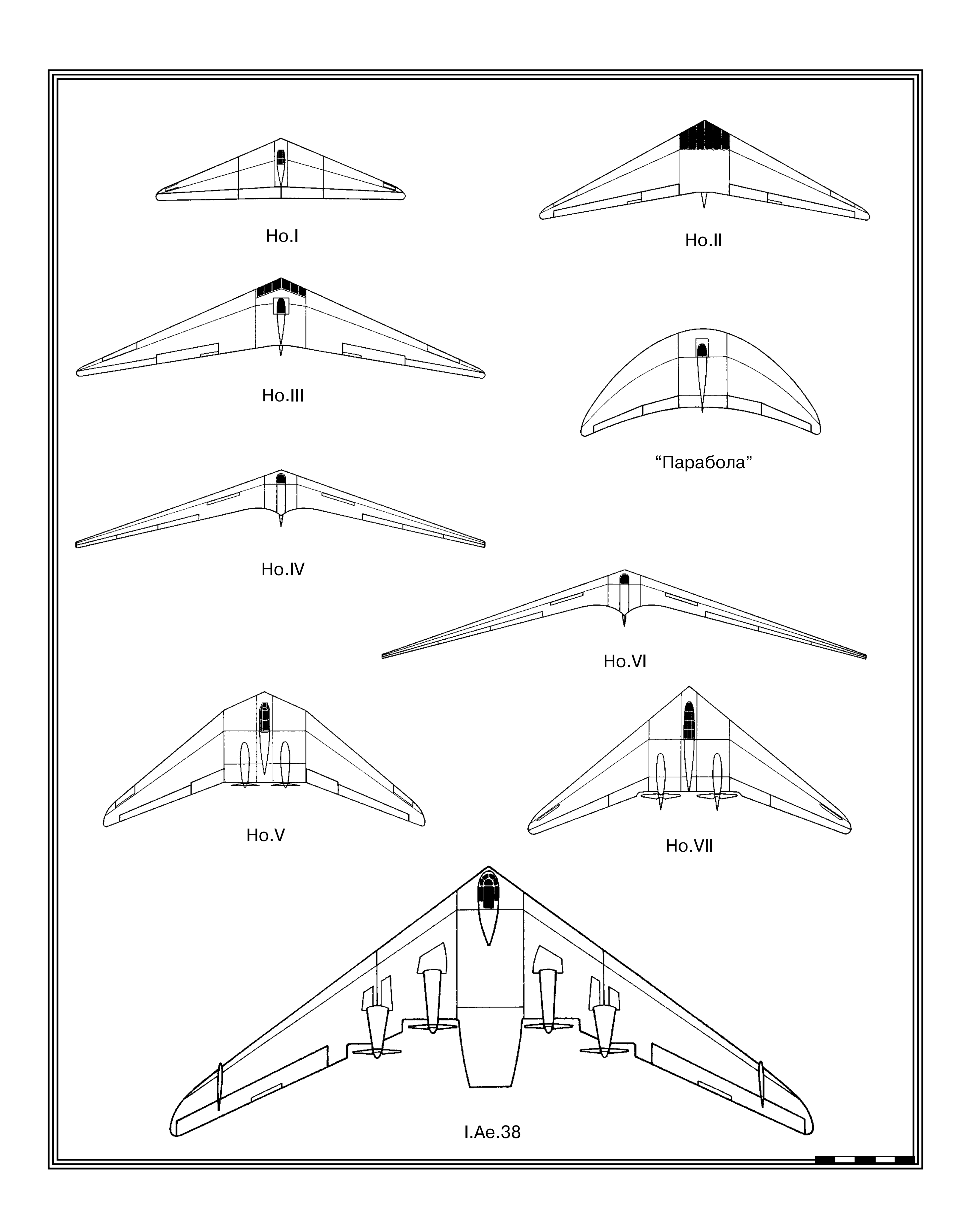


Испытания самолета I.Ae.38.

"В конце одного из рабочих дней 1950 г. — вспоминал Р.Хортен, — я получил извещение, что за мной прислан самолет. Больше никаких подробностей не сообщалось. Я попросил одного из сотрудников проинформировать об этом мою жену и вскоре был на борту DC-3, который немедленно взлетел. Я оказался единственным пассажиром. Только после того, как мы приземлились, мне сообщили, где я нахожусь. Это была Санта Роза, частный аэродром генерала Охеда из Министерства авиации. Генерал пригласил меня к себе домой и там рассказал, что тут, среди апельсиновых рощ, он мечтает построить город. "Здесь апельсины гниют на земле, а Буэнес-Айрес ввозит их из других стран, — сказал генерал. — Главная проблема в транспортировке. Здесь нет дорог, пригодных для тяжелых грузовиков, нет железнодорожного сообщения. Могли бы вы построить планер грузоподъемностью 10 тонн, который можно отбуксировать на расстояние 1000 км до Буэнос-Айреса с помощью летящего низко над землей бомбардировщика "Ланкастер"?" Я ответил, что, на мой взгляд, лучшим решением стало бы создание самолета "летающее крыло", способного взлетать с небольших аэродромов. После непродолжительной дискуссии генерал согласился с моим предложением, и это положило начало работам по I.Ae.38.

Вскоре после того, как мы приступили к проектированию самолета, генерала Охеду отправили в отставку, но его преемник поддержал создание I.Ae.38. В целом, самолет представлял собой удвоенный по размерам Ho.II. Расположенная под крылом гондола имела сзади грузовую дверь, конструкция которой позволяла сбрасывать грузы на парашюте. Объем грузового отсека равнялся 30 м^3. На каждом крыле, на 0,8 его размаха, стоял вертикальный киль с рулем направления. Последний мог поворачиваться только наружу. Так как уровень развития местной промышленности не позволял изготовить гидроусилитель системы управления, для уменьшения нагрузки на ручку на рулях установили аэродинамические сервокомпенсаторы.

Шасси было неубирающееся. Оно имело пять колес, соединенных с грузовой гондолой через амортизаторы. На стойках были сделаны специальные метки, показывающие положение центра тяжести самолета после приема груза. В качестве силовой установки предполагалось применить четыре двигателя "Индио" по 750 л.с., с толкающими винтами. Но эти двигатели местного производства так и не довели до работоспособного состояния. Приобретение же двигателей за границей считалось недопустимым по престижным соображениям. В конце концов пришлось поставить на самолет двигатели "Эль Гаучо", мощностью всего по 320 л.с.


Ho.I
Ho.II
Ho.III
“Парабола”
Ho.IV
Ho.VI
Ho.V
Ho.VII
I.Ae.38

В 1960 г., через десять лет после того, как возникла идея построить самолет, I.Ae.38 поднялся в воздух. Полет перед группой высокопоставленных чиновников выполнил летчик-испытатель капитан Балладо."[10]

Из-за того, что мощность двигателей была намного меньше расчетной, полеты приходилось выполнять на режиме максимальных оборотов и двигатели быстро перегревались. В результате после пяти полетов испытания прекратили, а самолет отправили на свалку.

Вскоре после этого Реймар Хортен ушел из института и отошел от авиаконструкторской деятельности. Его брат, Вальтер, после войны не занимался постройкой самолетов или планеров. Когда ФРГ разрешили иметь собственные военно-воздушные силы, он вернулся на летную службу.

Летательные аппараты братьев Хортен были первыми на Западе настоящими "летающими крыльями" — без фюзеляжа, без вертикальных килей, с убирающимся шасси. Их отличные аэродинамические качества привлекли внимание специалистов других стран, в частности — американского авиаконструктора Джека Нортропа.

Источники и комментарии

1. Этот недостаток типичен для всех "летающих крыльев" без вертикальных килей: не имея выступающих вверх частей, аппарат при крене начинает беспрепятственно скользить в сторону опущенного крыла.
2. N. Le Blank. German flying wings designed by Horten brothers. Dayton, 1946. P. 3—5.
3. R.Horten, P.Selinger. Nurfl gel. Die Geschichte der Horten-Flugzeuge 1933—1960. Graz, 1983. S. 59.
4. Вальтер Хортен в это время служил в авиационной части, базирующейся во Франции, и не участвовал в постройке Ho.IV.
5. Horten, Selinger. S. 94.
6. Например, у известного немецкого планера "Краних-II" с почти таким же размахом крыла максимальное аэродинамическое качество равнялось 24, минимальная скорость снижения — 0,65 м/ч.
7. Имеется в виду бесхвостый истребитель "Птеродактиль" Mk.V.
8. Horten, Selinger. S. 45.
9. Там же. С. 122.
10. Там же. С. 205.

11

„ЛЕТАЮЩИЕ КРЫЛЬЯ" ДЖЕКА НОРТРОПА

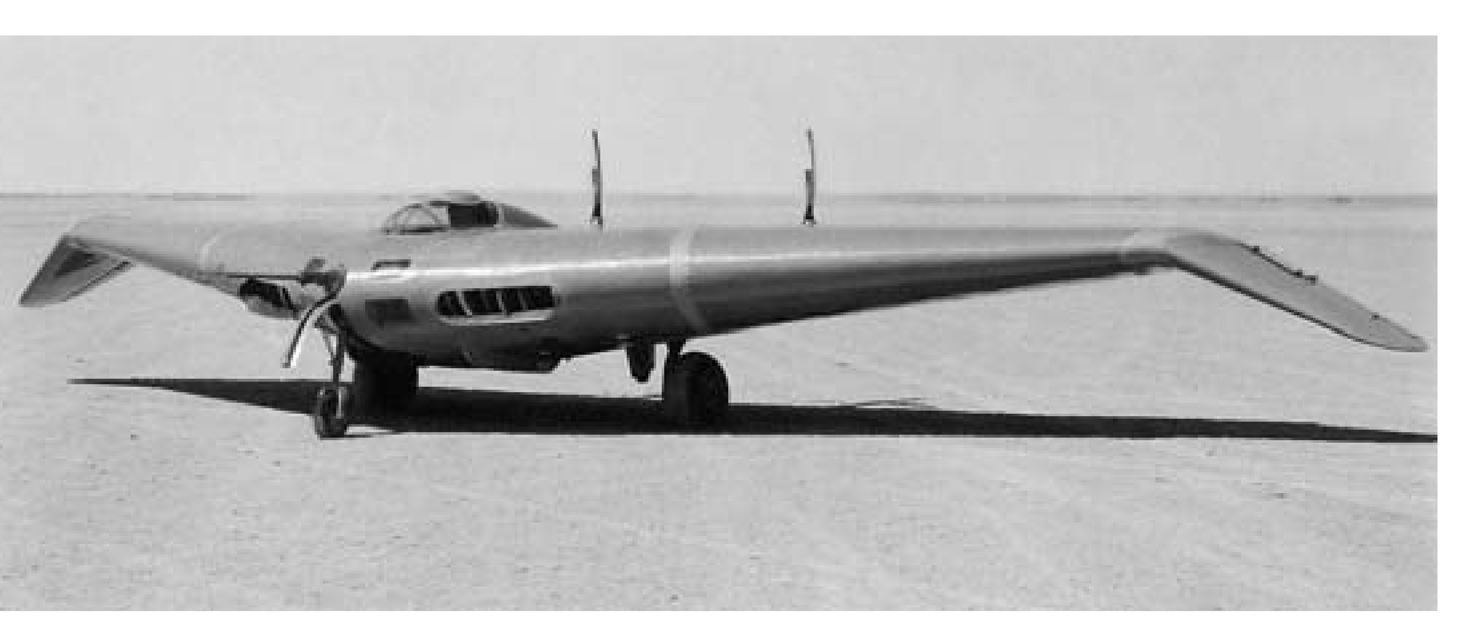
Джек Кнудсен Нортроп (1895—1981 гг.) начал свою деятельность в самолетостроении с должности чертежника на авиационном заводе, в 30-е годы участвовал в создании знаменитого пассажирского самолета Дуглас DC-3. В 1939 г. он основал в Калифорнии собственную фирму Нортроп. Одной из первых работ фирмы был экспериментальный самолет схемы "летающее крыло" N-1M.

Д.Нортроп всегда стремился делать самолеты с минимальным числом "несущих" (не образующих подъемной силы) частей. В 1927 г. при создании почтово-пассажирского моноплана "Вега" он одним из первых в США отказался от применения крыла с подкосами, а через два года построил небольшой экспериментальный бесфюзеляжный самолет. Но только после создания собственной фирмы у него появилась возможность заняться разработкой настоящего "летающего крыла". Определенную надежду на успех давали сообщения из Германии об успешных полетах планеров братьев Хортен.[1]

Выбор схемы "летающее крыло" Нортроп позднее объяснял так: "Мы не были особенно заинтересованы в схеме бесхвостого самолета, как таковой; если бы мы не могли устранить вертикальное оперение, фюзеляж и значительную часть вредного сопротивления, вызываемого интерференцией крыла



Джек Нортроп около своего первого "летающего крыла" N-1M.



N-1M перед началом программы испытаний.

и фюзеляжа, то достижимые выгоды не оправдали бы необходимых усилий. Поэтому наша работа в течение многих лет была направлена на создание самолета типа "летающее крыло"..."[2]

Проектирование экспериментального N-1M началось в июле 1939 г., а построен он был ровно через год, в июле 1940 г. Так же, как "летающие крылья" братьев Хортен, он не имел килей с рулями направления. Стреловидное крыло с симметричным профилем отличалось большой относительной толщиной и имело отрицательную крутку по размаху. Конструкция крыла — деревянная. Сверху находился каплевидный фонарь, закрывающий голову летчика. Управление осуществлялось с помощью элевонов и расщепляющихся аэродинамических тормозов, расположенных на отогнутых вниз концах крыла. Шасси — убирающееся, с носовым колесом, двумя подкрыльевыми стойками и "страховочной" хвостовой опорой.

Внутри крыла стояли два двигателя воздушного охлаждения "Лайкоминг" мощностью по 65 л.с. Через удлинительные валы они вращали расположенные сзади винты. Охлаждающий двигатели воздух поступал через овальные вырезы в передней кромке крыла.

N-1M был сконструирован таким образом, что в процессе испытаний можно было легко изменять многие его геометрические параметры — стреловидность, поперечное "V", наклон законцовок крыла. Эта особенность позволяла на основе практического опыта подобрать оптимальную конфигурацию самолета.

Испытания проходили на одном из высохших озер в Калифорнии. Чаще всего полеты выполнял летчик фирмы Мой Стивенз. Вообще говоря, полетами это назвать трудно, так как из-за неадекватной весу мощности двигателей самолет мог оторваться от земли всего на один-полтора метра — на этой высоте еще сказывалось влияние поддерживающей машину "воздушной подушки".

Стивенз вспоминал: "В первых полетах с двигателями Лайкоминг аппарат поднимался примерно на 5 футов, а при попытке летчика подняться выше возрастающее аэродинамическое сопротивление приводило к потере высоты. Чтобы продолжать полет, надо было очень точно выдерживать угол атаки. Малейшее его увеличение — и аппарат шел на посадку. Любое уменьшение угла атаки вело к тому же результату. Положение усугублялось наличием



Из-за недостаточной мощности двигателей "Лайкоминг" N-1M мог летать только у самой земли.

"мертвой зоны" в работе рулей высоты. Перемещение штурвала от себя вначале не оказывало никакого влияния, затем элевоны резко "схватывали". Во избежание удара о землю приходилось тянуть штурвал на себя, причем реакция самолета опять таки следовала далеко не сразу. Это очень усложняло пилотирование, особенно если учесть, что до земли было только пять футов."[3]

В конце концов на самолете установили новые двигатели "Франклин". По мощности они почти вдвое превосходили "Лайкоминги". Однако возникла новая проблема — перегрев. В связи с этим полеты проходили обычно на пониженных оборотах двигателей, приходилось избегать продолжительного набора высоты. Но, как бы то ни было, N-1M стал летать.

К концу 1941 г. на самолете выполнили несколько десятков полетов, некоторые — продолжительностью более часа.[4] Кроме отмеченной выше нестабильности работы элевонов (вызванной, как выяснилось, влиянием образующихся за крылом вихрей) у летчиков вначале были претензии к продольной и, особенно, к боковой устойчивости машины. В частности, сообщалось о заметных колебаниях типа "голландский шаг" — явлении, с которым, как, наверное, помнит читатель, столкнулись в 30-е годы при испытаниях "Стрелы".

Благодаря предусмотренной Нортропом "конвертируемости" конструкции N-1M создателям самолета в процессе испытаний удалось устранить большинство указанных недостатков. Для этого увеличили стреловидность крыла, уменьшили его V-образность, отказались от отгиба законцовок вниз (для путевой устойчивости оказалось достаточно стреловидности). По рекомендации

N-1M после модификации.



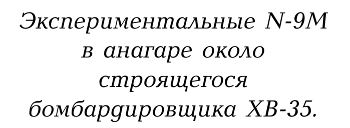
известного аэродинамика Теодора фон Кармана была увеличена хорда элевонов, после чего продольное управление заметно улучшилось.

Все это дало Джеку Нортропу основания заявить об успешном завершении испытаний экспериментальной машины и о готовности приступить к разработке самолета практического предназначения. В сентябре 1941 г. на совещании представителей Технического управления военно-воздушных сил было принято решение поручить фирме Нортроп создание тяжелого бомбардировщика схемы "летающее крыло". Планировалось, что он будет иметь дальность полета 16000 км, крейсерскую скорость 480 км/ч, практический потолок 12000 м и при этом сможет нести 4500 кг бомб. Такие характеристики должны были быть достигнуты благодаря высокому аэродинамическому качеству "летающего крыла" и снижению веса конструкции из-за отсутствия фюзеляжа и распределения полезной нагрузки вдоль размаха крыла. Необычно большая дальность полета позволила бы самолету наносить бомбовые удары по Германии с территории США или Канады. Это имело большое стратегическое значение, так как в случае захвата Британских островов Германией американцы лишилась бы своей единственной базы в Европе. Поэтому идею создания "супербомбардировщика" горячо поддержал командующий военно-воздушными силами армии США генерал Г.Арнольд.

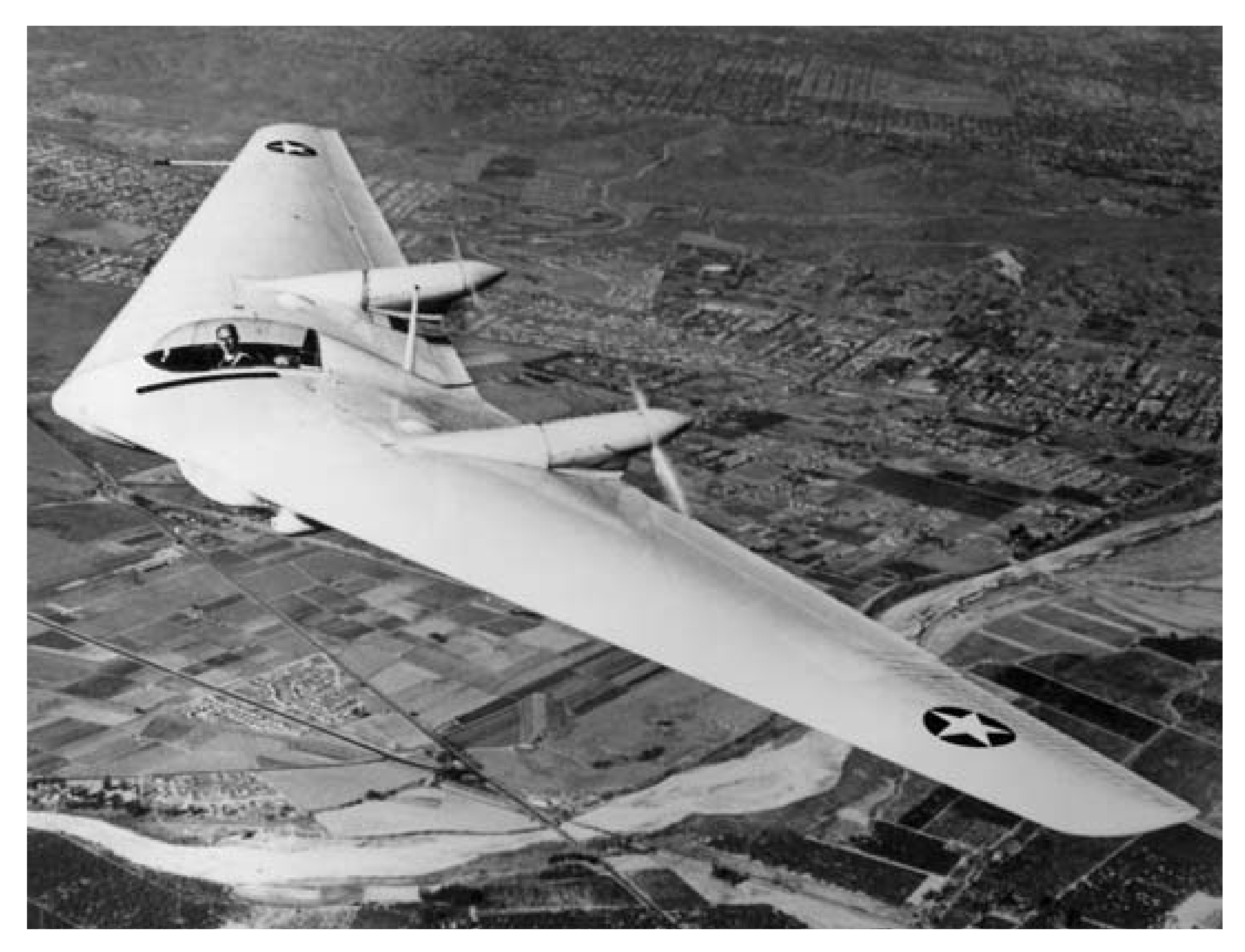
Работы по бомбардировщику начались с постройки и испытаний его прототипов, сделанных в масштабе 1:3. Всего было изготовлено четыре таких самолета. Они имели обозначение N-9M.

По схеме N-9M был, в общем, идентичен экспериментальному N-1M (в его конечной конфигурации), но имел более мощные двигатели и был больше по размерам. Основные изменения в конструкции коснулись механизации крыла. Помимо элевонов N-9M имел посадочные закрылки и специальные балансировочные рули на концах крыла, отклоняемые вверх для уравновешивания





Экспериментальные N-9M в анагаре около строящегося бомбардировщика XB-35.



N-9M продемонстрировал хорошие летные качества.

аэродинамических сил, возникающих при выпуске закрылков. Органы путевого управления представляли собой раскрывающиеся наподобие раковины моллюска скругленные законцовки крыла.

Первый экземпляр N-9M-1 поднялся в воздух 27 декабря 1942 г. с аэродрома военно-воздушной базы в Мюроке. Самолет имел двухместную кабину, но обычно летчик-испытатель летал один. Через пять месяцев после первого полета, налетав 22,5 часа, N-9M-1 попал в штопор и разбился. Пилот, Макс Констант, до последнего момента пытался спасти машину и не успел воспользоваться парашютом.

Летом 1943 г. начались испытания N-9M-2 с одноместной кабиной и увеличенным запасом топлива. Самолет продемонстрировал удовлетворительную устойчивость и управляемость, за исключением полета на очень больших углах атаки, когда срыв потока с верхней поверхности крыла нарушал работу элевонов. Испытания продолжались до апреля 1944 г., за это время N-9M-2 совершил 33 полета общей продолжительностью 23 часа.

Чтобы улучшить управляемость на больших углах атаки, на следующей модели, N-9MA, на крыле вдоль передней кромки сделали щели. Они дейст-

вовали как предкрылки: протекающий через них воздух препятствовал срыву потока с верхней поверхности крыла. Вместо раковиноподобных аэродинамических тормозов конструкторы применили расщепляющиеся поверхности, уже опробованные на N-1M. Они выполняли сразу три функции: рулей направления (при одностороннем действии), обычных воздушных тормозов (при одновременном раскрытии) и балансировочных поверхностей, нейтрализующих пикирующий момент от посадочных закрылков. Управление элевонами было снабжено гидроусилителем.

С июня по октябрь 1944 г. на N-9МА произвели 50 полетов. На этот раз никаких претензий к летным качествам машины не возникало. Самолет легко выходил из штопора, летчик мог выполнять на нем фигуры высшего пилотажа, даже мертвые петли.

Последним из серии N-9 стал двухместный N-9MB. На самолете стояли двигатели Франклин О-540-7, имеющие мощность 300 л.с. В мае 1946 г. на нем совершил полет капитан ВВС Глен Эдвардс. По его словам, "самолет летал на удивление хорошо, был устойчивее и значительно легче в управлении, чем можно было бы предположить".[5]

Этот полет стал последним в четырехлетней программе летных исследований прототипа тяжелого бомбардировщика. Весной 1946 г. начались испытания самолета Нортроп ХВ-35 — первого в мире четырехмоторного "летающего крыла".

ХВ-35 отличался поистине гигантскими размерами: крыло имело размах 52,4 м, его удлинение равнялось 7,4, стреловидность по передней кромке — 27^0, относительная толщина профиля — 19%. Вес пустого самолета был 43244 кг, взлетный вес со стандартной нагрузкой — 76340 кг, максимальный взлетный вес — 102290 кг. В момент своего появления это был самый тяжелый самолет в мире. По площади крыла и весу он почти втрое превосходил знаменитый бомбардировщик-"летающую крепость" Боинг В-17.

Самолет имел цельнометаллическую конструкцию из нового алюминиевого сплава 75S. В центральной части крыла высотой 2,13 м находилась кабина экипажа. Первый пилот сидел на возвышении, под каплевидным прозрачным обтекателем. Остальные члены команды — второй пилот, штурман, бортинженер, радист, бомбардир и три стрелка — располагались в отсеке в передней части крыла. Обзор вперед обеспечивали толстые плексигласовые панели длиной 1,5 и высотой 0,6 м. Позади кабины экипажа имелось отдельное помещение для отдыха, оборудованное спальными местами на 6 человек, туалет и даже небольшая кухня. Это было необходимо, так как согласно расчетам самолет мог лететь без посадки более 30 часов. Общая площадь жилых помещений составляла 27,9 $м^2$. Они были герметичны и имели систему кондиционирования воздуха.

За "обитаемой зоной" находилось восемь бомбоотсеков, внутри которых можно было разместить 4500 кг бомб. Вместо обычных створок бомболюки закрывались шторками из тонких листов нержавеющей стали. При открытии шторки сдвигались в горизонтальной плоскости и наматывались на барабан.

Бензобаки вмещали 38 тысяч литров топлива. Они имели мягкую конструкцию из самозатягивающегося прорезиненного материала. Баки располагались как в центральной, так и в концевых частях крыла. В случае особо дальних полетов предусматривалась установка в бомбоотсеках дополнительных бензобаков. Общий запас горючего при этом составлял 68 тысяч литров.

Самолет был хорошо вооружен для защиты от истребителей: на борту имелось 20 крупнокалиберных пулеметов. Они стояли попарно или по четыре на 7 дистанционно управляемых турелях. Четыре турели находились на



Кабина экипажа XB-35.

консолях крыла (по две сверху и снизу), две — в районе кабины экипажа и одна — в конусообразном обтекателе за крылом.

В "машинном отделении" крыла располагались четыре 28-цилиндровых звездообразных двигателя Пратт-Уитни R-4360, каждый из которых развивал мощность 3000 л.с. Для сохранения мощности на большой высоте они были снабжены турбокомпрессорами. Воздух, необходимый для питания двигателей и для их охлаждения, поступал через большие вырезы в передней кромке крыла.

Посредством длинного вала и трансмиссии каждый двигатель приводил в движение два установленных на одной оси четырехлопастных винта, вращающихся в противоположных направлениях. Винты фирмы Гамильтон Стандарт имели диаметр 4,67 м, их лопасти могли автоматически менять угол установки в зависимости от режима полета. Обтекатели валов двигателей выступали из крыла и этим улучшали путевую устойчивость, играя роль своеобразных вертикальных килей.

Система управления самолетом была полностью идентична системе управления N-9MA. Посадочные закрылки могли отклоняться на 50^0 вниз, элевоны — на 35^0 вверх и на 25^0 вниз, балансировочные закрылки на концах крыла — на 30^0 вверх. Такое распределение углов поворота, впервые примененное братьями Хортен в 1938 г., уменьшало вероятность нарушения продольной балансировки крыла в полете.[6] Щели вдоль передней кромки, выполняющие роль предкрылков, автоматически открывались когда скорость уменьшалась до 224 км/ч, на остальных режимах они были плотно закрыты металлическими шторками и не увеличивали аэродинамическое сопротивление крыла.

В связи с большими размерами органов управления все они приводились в действие через гидроусилители (бустеры). Это позволяло полностью снять на-



Первый экземпляр бомбардировщика XB-35 перед наземными испытаниями.

грузку со штурвала и педалей. Но для того, чтобы летчик все же "чувствовал" самолет, органы управления в кабине соединили с бустерами через так называемые "загрузочные механизмы" пружинного или пневматического типа.

В отношении аэродинамического совершенства "летающее крыло" Нортропа не имело равных. Сопротивление выступающих за обводы крыла частей (фонарь кабины летчика, астронавигационный купол штурмана, обтекатели стрелковых турелей и удлинительных валов двигателей) не превышало 10% от общего сопротивления самолета. Таким образом, XB-35 являлся наибольшим приближением к "идеальному самолету" (т.е. к 100-процентному "летающему крылу") среди всех летательных аппаратов. По материалам фирмы, минимальный коэффициент лобового сопротивления XB-35 составлял всего 0,011 — вдвое меньше, чем у лучшего американского серийного бомбардировщика B-29.[7]

Вместе с тем, по другому важному параметру — коэффициенту максимальной подъемной силы — бомбардировщик Нортропа уступал B-29, так как отклонение вверх балансировочных поверхностей на концах крыла, необходимое для уравновешивания самолета при выпуске посадочных закрылков, вело к уменьшению $C_{у\ макс}$. У XB-35 этот параметр составлял 1,5, тогда как у B-29 — 2,3. В результате для сохранения той же посадочной скорости Нортроп был вынужден увеличить площадь крыла. Это несколько снижало эффект рекордно малого коэффициента лобового сопротивления самолета.

Контракт на постройку бомбардировщика-"летающее крыло" был подписан 22 ноября 1941 г. Согласно планам ВВС, программа выпуска предусматривала изготовление двух опытных самолетов XB-35, тринадцати предсерийных машин YB-35 и 200 серийных бомбардировщиков B-35, с началом их

поставок на вооружение в июне 1945 г. Однако, как известно, первый опытный экземпляр увидел свет только весной 1946 г.

Такой "долгострой" объясняется не только принципиальной новизной конструкции, требующей отказа от обычных технологических методов и применения нестандартных сборочных приспособлений, но и недостатком производственных мощностей у фирмы Нортроп, занятой серийным выпуском ночных истребителей Р-61. Попытка военных привлечь на помощь самолетостроительную фирму Мартин не увенчалась успехом — ее руководство не было заинтересовано в разработке "чужого" самолета и откровенно тянуло время. В результате постройка опытного образца растянулась на четыре с половиной года. С учетом расходов на проектирование она обошлась в 13 млн. долларов.

Первая рулежка ХВ-35 по бетонированной дорожке аэродрома фирмы Нортроп в Хоутхорне состоялась 16 мая 1946 г. Она предназначалась для проверки работы двигателей, винтов, тормозов, системы управления и приборов. Скорость движения по полосе была сравнительно небольшой: 48—65 км/ч. При последующих наземных испытаниях скорость пробежек постепенно увеличили до 185 км/ч. Все системы работали нормально.

25 июня 1946 г. летчик-испытатель фирмы Нортроп Макс Стенли впервые поднял гигантское "летающее крыло" в воздух с заводского аэродрома. Вот как описывает это событие сослуживец и друг Д.Нортропа Теодор Коулман:

"После того, как бортинженер закончил проверку двигателей, Стенли взял управление на себя и плавно переместил все четыре сектора газа вперед. Затем он отпустил тормоза, и самолет рванулся вперед. Макс разгонял "летающее крыло" вдоль осевой линии, нанесенной по центру взлетной полосы, одновременно отжимая штурвал от себя, чтобы носовое колесо плотно касалось "бетонки" пока самолет не наберет нужной для взлета скорости. Второй пилот, Бретчер, начал отсчет скорости разбегающегося по хоутхорнскому аэродрому "летающего крыла". Стенли наблюдал за быстро укорачивающейся взлетной полосой, стараясь не пропустить момент, когда второй пилот назовет цифру 75 миль в час — скорость, при которой расщепляющиеся закрылки на концах крыла станут достаточно эффективны, чтобы управлять машиной.

Внезапно, — вспоминает Стенли, — из зарослей сорняков, росших по бокам полосы, выскочил заяц. Огромными скачками он несся перед набирающим скорость самолетом. Когда я увидел, что мы не можем его догнать, меня охватило беспокойство: или это очень уж быстрый заяц, или с самолетом что-то не так! В тот момент, когда я обдумывал возможные последствия последнего варианта, заяц соскочил с полосы и так же быстро, как появился, исчез в траве.



Самолет уходит в первый полет.



Гигантское "летающее крыло" в воздухе.

Пробежав примерно половину взлетной полосы, самолет достиг скорости 100 миль в час. Почувствовав по реакции органов управления, что воздух уже "держит" машину, Макс Стенли медленно потянул штурвал на себя, поднимая в воздух носовое колесо. При скорости 115 миль в час он плавно оторвал от земли 200000-фунтовый ХВ-35, и тот поднялся в воздух, окруженный облачком дыма выхлопных газов. Как и рассчитывалось, длина разбега составила 3000 футов. Было 10.30 утра...

Уборка шасси заняла почти минуту. Все это время, пока самолет набирал высоту, в кабине мигали красные лампочки, показывающие, что для работающих на полной мощности двигателей воздушная скорость слишком мала. Когда шасси было полностью убрано в крыло, ХВ-35 находился на высоте 5500 футов. Самолет пролетел над центром Лос-Анжелеса, двигаясь на восток. На высоте 8500 футов он перешел в горизонтальный полет и повернул в направлении перевала Кайон, ведущего к Мюроку. Пока не возникла необходимость связи с контрольной армейской вышкой в Мюроке, экипаж успел провести дюжину испытаний различных летных характеристик самолета. В 11.14, через 44 минуты после взлета, Стенли приземлил "летающее крыло" в Мюрок Драй Лейке — военной базе, расположенной на высокогорной пустыне Мохаве... ".[8]

Этот полет, казалось бы, означал осуществление давнишней мечты авиаконструкторов о создании "идеального самолета". Нортроп и его сослуживцы ликовали. Однако радость создателей ХВ-35 оказалась преждевременной: начались проблемы с двигателями и винтами. Уже во втором полете (июль 1946 г.) обнаружилась течь в гидросистеме управления шагом одного из винтов. Много неприятностей вызывали вибрации удлинительных валов двигателей и валов соосных пропеллеров. Иногда они даже приводили к поломкам редукторов. Во время одного из полетов из-за этого пришлось остановить два мотора с одной стороны. В этой экстренной ситуации экипажу удалось благополучно приземлиться, что свидетельствует не только о мастерстве летчиков, но и о высокой эффективности органов управления самолетом.



Из-за технических проблем соосные винты пришлось заменить обычными.

В июне 1947 г. на аэродром в Мюроке прибыл второй XB-35. Его испытания сопровождались теми же трудностями. В конце концов полеты пришлось прервать и отправить обе машины на доработку. На заводе соосные винты заменили одинарными, того же диаметра. Это привело к ухудшению летных характеристик, но зато позволило упростить трансмиссию и сделать ее более "жесткой".

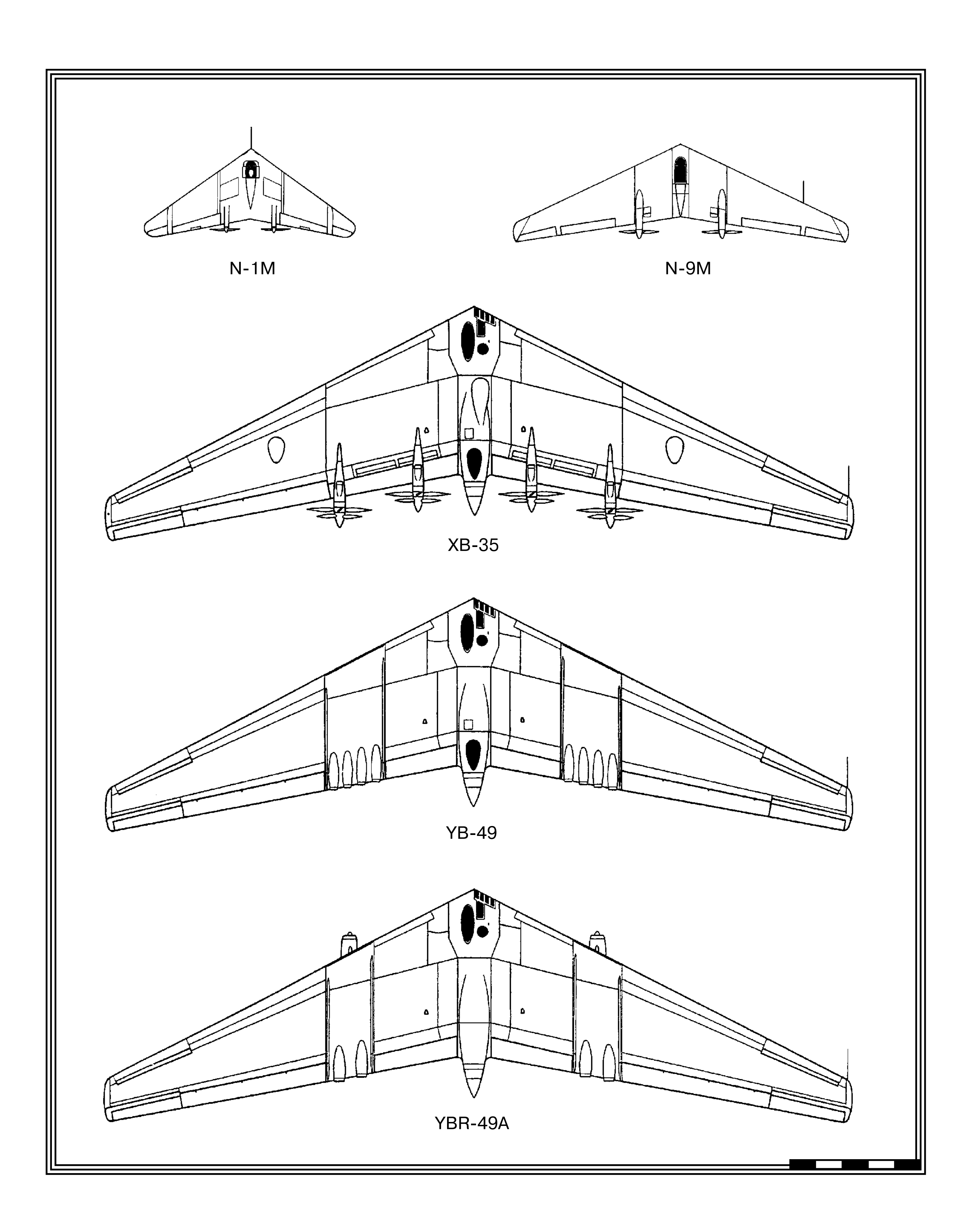
По своим летным данным XB-35 превосходил основной стратегический бомбардировщик США B-29. Максимальная скорость полета на высоте 8500 м у XB-35 была 605 км/ч, у B-29 — 560 км/ч, крейсерская скорость — соответственно 445 км/ч и 420 км/ч, практический потолок — 10700 м и 10000 м. При одинаковой бомбовой нагрузке (4500 кг) "летающее крыло" Нортропа имело дальность 10000 км, а B-29 — 7700 км.[9]

Однако какими бы характеристиками ни обладал винтомоторный бомбардировщик, он уже не мог привлечь военных — наступила эра реактивной авиации. Годы, потерянные за время постройки первых экземпляров самолета, сыграли роковую роль в судьбе XB-35.

Пытаясь спасти положение, Д.Нортроп решил заменить поршневые двигатели турбореактивными. В крыле одного из предсерийных YB-35 вместо Пратт-Уитни разместили 8 ТРД Аллисон J-35 с тягой по 900 кгс каждый. Чтобы компенсировать тот запас путевой устойчивости, который раньше давали



Когда пришло указание о закрытии программы B-35, сборка самолетов уже шла полным ходом. Тогда их стали срочно переделывать под реактивные двигатели.


N-1M
N-9M
XB-35
YB-49
YBR-49A

толкающие винты и обтекатели их валов, на крыле установили четыре киля. Они соединялись с выступающими из крыла вверх продольными перегородками ("аэродинамическими гребнями"), служащими для предотвращения перетекания воздуха вдоль размаха. Модифицированный самолет получил обозначение YB-49.

Первый полет на YB-49 выполнили 21 октября 1947 г. Он прошел отлично. По словам одного из членов команды, О.Дугласа, "в полете не было заметно никаких вибраций, машина отлично слушалась управления и обладала превосходными характеристиками. Одним словом, не самолет, а мечта".[10]

Испытания продолжались. 26 апреля 1948 г. был совершен полет на максимальную дальность. Он продолжался девять с половиной часов, за это время YB-49 преодолел расстояние 5680 км. Б льшая часть полета проходила на высоте 12000 м. Вес заправленного "под завязку" самолета составлял 87200 кг.

На этом фоне, как гром среди ясного неба, прозвучала весть о катастрофе второго экземпляра YB-49. К тому времен он налетал уже 57 часов. 5 июня 1948 г., примерно через полтора часа после взлета, связь с самолетом прервалась. Вскоре в пустынной местности, окружающей базу ВВС в Мюроке, обнаружили обломки "летающего крыла". Все пять членов экипажа погибли.

Специалисты, разбиравшиеся в причинах катастрофы, пришли к выводу, что трагедия случилась из-за внезапной поломки обоих крыльев. Скорее всего либо по причине срыва потока, либо из-за нарушения балансировки под влиянием возникающего при высоких околозвуковых скоростях особого рода сопротивления — волнового, самолет перешел в пикирование и, выводя его из пике, экипаж превысил допускаемую запасом прочности перегрузку.

В честь одного из погибших летчиков, капитана Глена Эдвардса, испытательная база ВВС в Мюроке получила название базы Эдвардс.

Однако не катастрофа явилась причиной отказа от серийного выпуска YB-49, так как в процессе испытаний и доводок новых самолетов трагические происшествия не редкость. Основной недостаток машины крылся в ее схеме: как почти всякая "бесхвостка" она имела весьма посредственную путевую устойчивость. В обычном полете это было не очень заметно, но во время наводки самолета на цель и бомбометания "рысканье" по курсу приводило к снижению точности попадания, а это для стратегического бомбардировщика непростительно. "Пилот YB-49 майор Карденас заявил, что самолет весьма неустойчив и управлять им во время выполнения бомбометания очень сложно из-за постоянного рысканья и продольных колебаний, обусловленных особенностями его схемы и системы управления. ...Сообщается, что даже в том случае, если внимание пилота постоянно приковано к управлению, невозможно точно выдерживать заданные курс, скорость и высоту полета. По словам бомбардира, заход на бомбометание занимает не менее 4 минут. Точность бомбометания примерно вдвое хуже, чем у B-29, при тех же высотах и скоростях. К тому же, габариты бомбоотсеков YB-49 не позволяли разместить там атомную бомбу. ...До тех пор, пока указанные недостатки не будут устранены, YB-49 следует считать непригодным для бомбардировочных или разведовательных задач", — говорилось в отчете ВВС об испытаниях "летающего крыла" (ноябрь 1948 г.).[11]

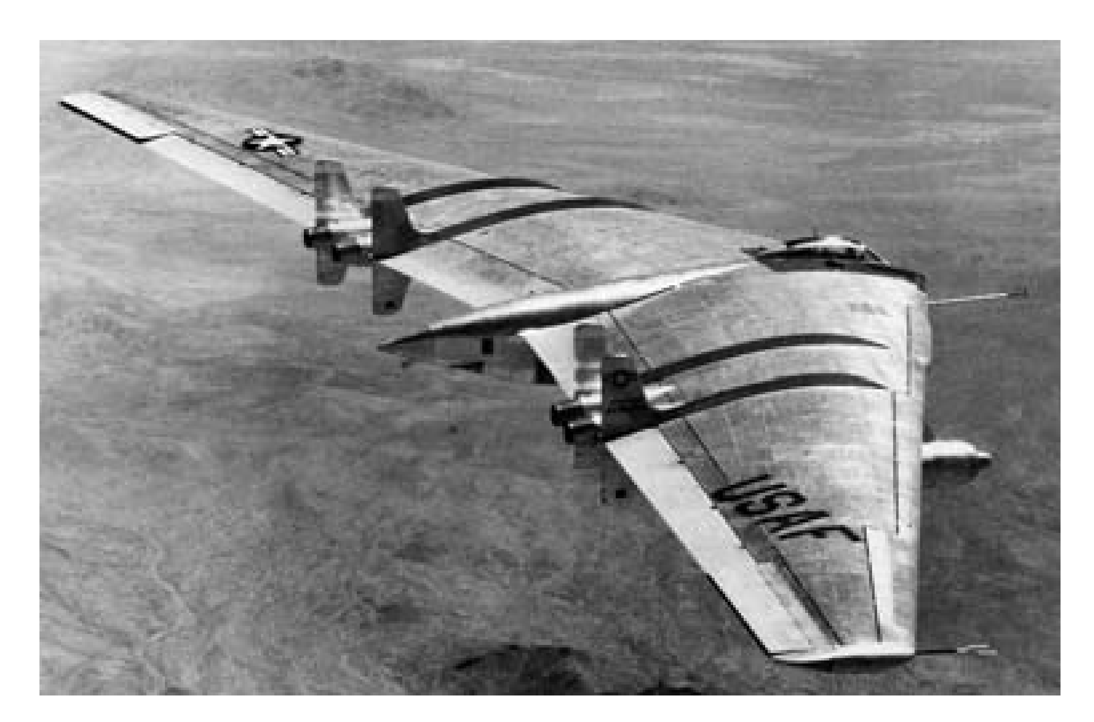
Выяснилось также, что по максимальной скорости полета YB-49 уступает своему главному сопернику — шестимоторному реактивному бомбардировщику Боинг XB-47. Это наглядно продемонстрировал перелет двух конкурирующих самолетов из Калифорнии в Вашингтон в феврале 1949 г. Одно и то же расстояние "Нортроп" пролетел за 4 часа и 13 минут (средняя скорость — 934 км/ч), а "Боинг" — за 3 часа 46 минут (средняя скорость — 977 км/ч).





YB-49 на земле,
при взлете
и в полете.





Разведчик YBR-49A — последняя попытка спасти программу многомоторного "летающего крыла".

18-процентный профиль "летающего крыла", спроектированного в эпоху поршневой авиации, создавал на околозвуковых скоростях большое волновое сопротивление и не позволял ему угнаться за бомбардировщиком, построенным специально под реактивные двигатели и имеющим вдвое более тонкое крыло.

В ноябре 1949 г. руководство ВВС прекратило финансировать программу бомбардировщика-"летающее крыло". Первый экземпляр YB-49 в мае 1950 г. был сильно поврежден, когда во время наземных испытаний у него подломилась передняя стойка шасси. Двенадцать из тринадцати других построенных к тому времени бомбардировщиков списали на слом, а один в качестве эксперимента решили переделать в разведчик.

YBR-49A, как назвали самолет-разведчик, был снабжен шестью двигателями J-35: четыре находилось в крыле, два — на пилонах под крылом. Освободившееся в крыле место заняли дополнительные топливные баки. Самолет дооборудовали радиолокатором и фотоустановками.

Летные испытания YBR-49A начались 4 мая 1950 г. Они продолжались недолго — до сентября 1950 г., так как на вооружение США начал поступать дальний разведчик RB-47B, обладающий при такой же дальности полета почти на 100 км/ч большей скоростью.

XB-35 и YB-49 до недавнего времени были самыми большими самолетами схемы "летающее крыло". К сожалению, ни один из них не сохранился до наших дней. В депозитарии Аэрокосмического музея в Вашингтоне имеется недавно восстановленный N-1M. Другой экспериментальный прототип бомбардировщиков, N-9M, находится в американском "Музее славы" (Fame Museum).

Источники и комментарии

1. Впервые фотография планера Хортенов в полете (Ho.III) появилась в американской прессе в 1938 г. Газета "New York Times" поместила ее под броским заголовком: "Германское летающее крыло над Берлином".
2. Д.Нортроп. Развитие самолетов типа "летающее крыло". Пер. с англ. М.:ВЦП, 1948. С. 2.

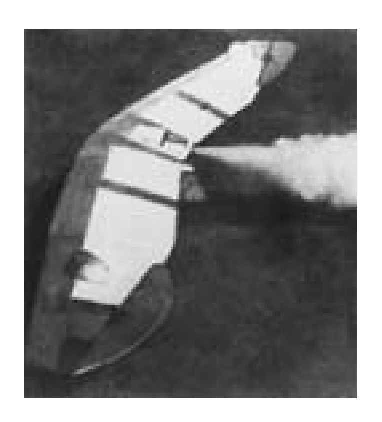
3. M.Stephens. Northrop N-1M test program. (Typed unpublished report) // NASM Archives.
4. Д.Нортроп сообщает о 200 полетах на N-1M. Однако, по подсчетам М.Стивенза, эта величина сильно завышена. (E.Wooldridge. Winged wonders. The story of flying wings. Washington, 1988. P. 110—112).
5. Wooldridge. P.143.
6. В 1947 г. в докладе о своих работах по "летающему крылу" Нортроп признал, что во многих случаях технические идеи конструкторов фирмы Нортроп были аналогичны тем решениям, которые применяли братья Хортен (Д.Нортроп. Развитие самолетов типа "летающее крыло". М., 1948). Речь, однако, не идет о каком-то прямом заимствовании конструкторских идей, так как к моменту начала практических работ Нортропа по XB-35 и его прототипам в Европе уже шла война, контакты с немецкими специалистами были невозможны и большинство технических особенностей хортеновских "летающих крыльев" стали известны американским инженерам только после войны.
7. Нортроп. С. 4. По проведенным в ЦАГИ расчетам, XB-35 имел несколько б льший C_{xo}=0,016 (И.К.Ломова. Техническое описание самолета Нортроп XB-35 типа "летающее крыло". М., 1948. С. 3). Но и в таком случае это — рекордно малая величина.
8. T.Coleman. Jack Northrop and the flying wing. The story behind the stealth bomber. New York, 1988. P. 116—117.
9. American piston-engines bombers // Flight. 1948. № 2078. P. 481—484.
10. O.Douglas. Jet flight story told by Douglas // Northrop News. 1947. № 7. P. 1.
11. Air Power History. 1994. Vol. 41. № 4. P. 46—47.

12

ПЕРВЫЕ РЕАКТИВНЫЕ „БЕСХВОСТКИ"

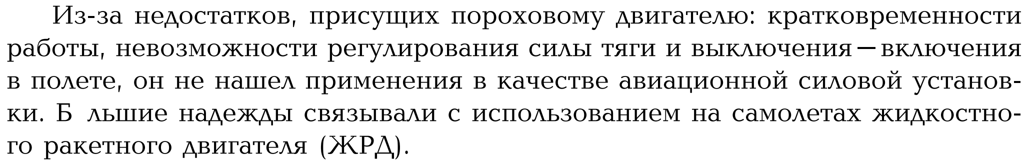
Мысль о применении схемы "бесхвостка" при создании самолета с реактивным (ракетным) двигателем возникла еще на заре авиации.[1] Отсутствие оперения и короткая задняя часть фюзеляжа, характерные для данной схемы, позволяли избежать проблем, связанных с компоновкой реактивного двигателя и воздействием струи горячих газов на горизонтальное оперение.

Вначале для изучения реактивного полета использовали пороховые ракеты. Опыты, проведенные в 1928 г. в Германии М.Валье и А.Липпишем, дали впечатляющие результаты: модель "бесхвостки" размахом 4 м с ракетой, развивающей тягу 175 кгс, в одном из полетов достигла скорости около 500 км/ч.[2]



Планер Г.Эспенлауба с ракетным двигателем.

Следующим этапом стали пилотируемые полеты. В конце 1929 г. немецкий летчик и авиаконструктор Г.Эспенлауб установил две пороховые ракеты на крыле планера обычной схемы. Ему удалось осуществить короткий реактивный полет, но после посадки пилот увидел, что вертикальное оперение сильно обгорело. Поэтому следующий опыт Эспенлауб проводил на бесхвостом планере типа "Шторх" с размахом крыла 12 м. Аппарат весил 220 кг, из них 70 кг приходилось на пороховые ракеты. Испытание состоялось в октябре 1930 г. на аэродроме в Дюссельдорфе. Под действием реактивной тяги ракетоплан взлетел и достиг скорости 90 км/ч.[3]



Из-за недостатков, присущих пороховому двигателю: кратковременности работы, невозможности регулирования силы тяги и выключения—включения в полете, он не нашел применения в качестве авиационной силовой установки. Б льшие надежды связывали с использованием на самолетах жидкостного ракетного двигателя (ЖРД).

Я уже писал о неудавшейся попытке создания ракетоплана РП-1 на основе бесхвостого планера Черановского БИЧ-8: конструкторам не удалось создать надежно работающий ЖРД. Первый самолет-"бесхвостка" с ЖРД появился только десять лет спустя. Это был знаменитый немецкий ракетный истребитель Ме-163.

Работы по самолету начались в январе 1939 г. Тогда по предложению Исследовательского отдела Министерства авиации для А.Липпиша на фирме Мессершмитт в Аугсбурге был создан специальный отдел "L" по разработке ракетного истребителя. На самолете должен был стоять жидкостный ракетный двигатель Вальтер R1-203 с тягой 400 кгс.

В качестве прототипа реактивной машины Липпиш выбрал свою наиболее удачную "бесхвостку" DFS-39. Однако в процессе трансформации этого винтомоторного аппарата в реактивный в его конструкцию внесли столько изменений, что в результате получился новый самолет — DFS-194. Он имел обычное вертикальное оперение с рулем направления, была устранена поперечная V-образность крыла, установлены предкрылки, колесное шасси заменили от-



DFS-194 — прототип истребителя Ме-163.

деляемой после взлета тележкой и посадочной лыжей. Размах крыла — 10,4 м — почти не изменился, а вот длина самолета возросла с 5,1 до 6,4 м. Стреловидность крыла менялась от 19^0 у корня до 27^0 на краях. Как и на других "бесхвостках" Липпиша, продольная балансировка достигалась сочетанием S-образности корневых профилей и отрицательной крутки концов крыла. На каждом крыле имелось две секции отклоняемых поверхностей: внешняя являлась элевоном, внутренняя — балансировочной поверхностью типа переставного стабилизатора.

В 1940 г. DFS-194 перевезли из Аугсбурга в немецкий ракетный центр в Пенемюнде, где на нем установили двигатель и топливную систему. После серии наземных проб в августе 1940 г. Х.Диттмар совершил первый полет с работающим двигателем. Была достигнута скорость 550 км/ч — на 200 км/ч больше, чем на экспериментальном Не-176 "классической" схемы, оборудованном таким же двигателем (1939 г.). Устойчивость и управляемость "бесхвостки" не вызывали нареканий. Можно было приступать к созданию боевого самолета — Ме-163.

Первую такую машину, получившую обозначение Ме-163А V-1, подготовили к полетам летом 1941 г. На ней стоял новый ЖРД Вальтер R2-203 с тягой 750 кгс. По схеме самолет мало отличался от DFS-194, но был компактнее (размах крыла — 8,85 м, длина фюзеляжа — 5,6 м) и имел б льшую стреловидность крыла: 27^0 у основания и 32^0 на концах. Фюзеляж — металлической конструкции, крыло — деревянное. Взлетный вес самолета равнялся 2400 кг.

Летные испытания Ме-163А начались в июле 1941 г. Скорость полета после обычного взлета достигала 800—900 км/ч, затем двигатель, израсходовав все топливо, прекращал работать. 2 октября, после буксировки Ме-163А другим самолетом на высоту 4000 м, Диттмар сумел разогнать машину до фантастической по тем временам скорости — 1003 км/ч.[4] Так как работы по Ме-163 были засекречены, этот результат не обнародовали и несколько лет он являлся неофициальным абсолютным рекордом скорости.

В декабре 1941 г. из сборочного цеха вышел первый экземпляр серийного истребителя Ме-163В, еще без двигателя. На нем должен был стоять ЖРД HWK

109-509A с увеличенной температурой сгорания топлива и значительно большей тягой. По сравнению с экспериментальным Me-163A самолет имел больший запас топлива, пушечное вооружение (2х30 мм) и бронезащиту пилота.

Во время рекордного полета Me-163A при скорости 1000 км/ч самолет стало затягивать в пикирование, и только выключив двигатель Диттмар смог выравнять машину. Это произошло из-за перераспределения аэродинамических сил на крыле при приближении к скорости звука. Сейчас это явление хорошо известно и одним из средств борьбы с ним является увеличение стреловидности крыла. Однако в начале 40-х годов об этом еще не знали и самопроизвольный переход в пике объяснили срывом потока на концах крыла. Поэтому вместо того, чтобы увеличить стреловидность, на Me-163B ее уменьшили до 23^0.

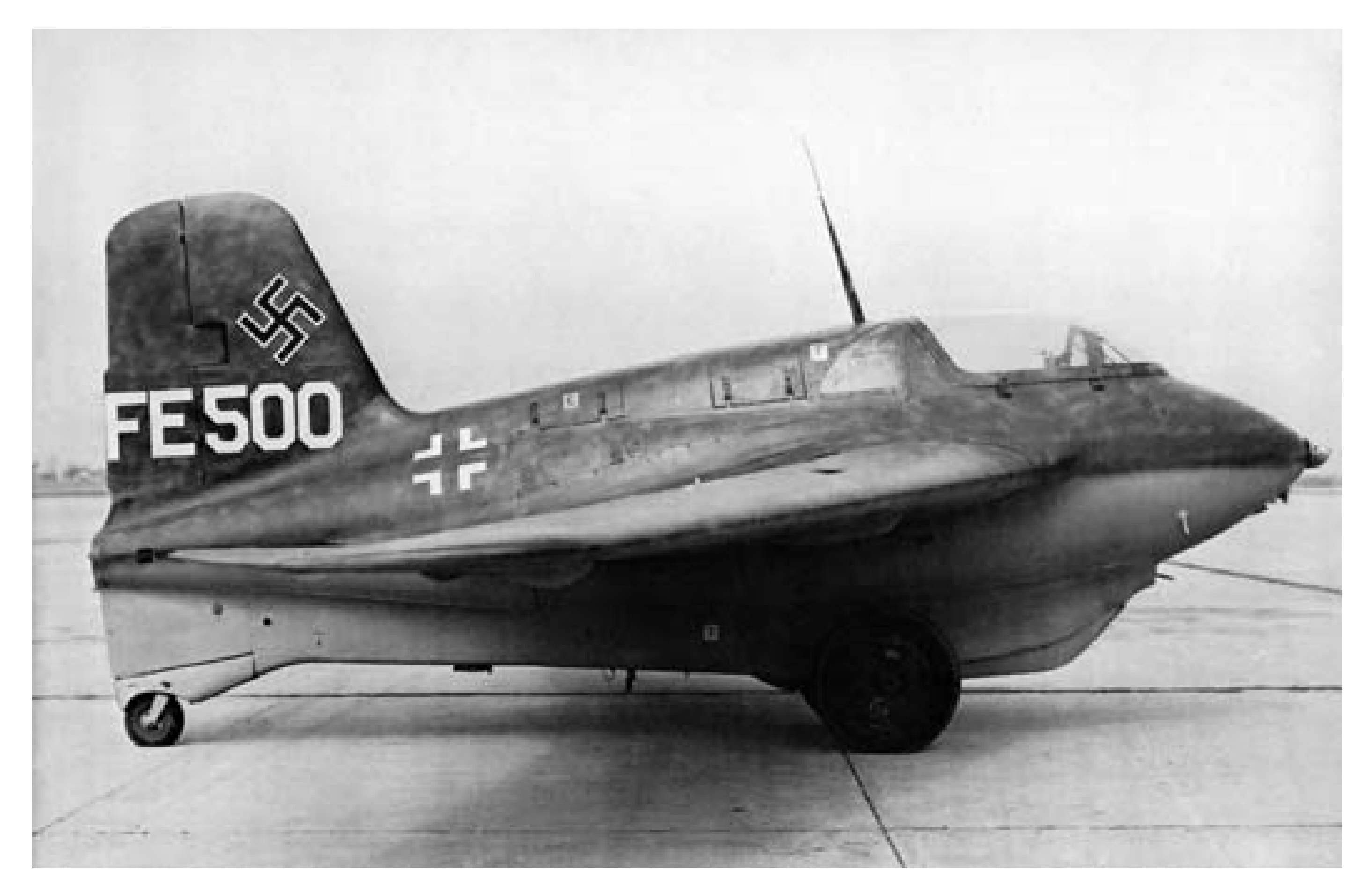
В связи с возросшим весом Me-163B, кроме элевонов и балансировочных поверхностей под крылом установили посадочные щитки. В отличие от обычных щитков они были сдвинуты вперед к оси крыла и поэтому при отклонении сравнительно мало влияли на продольное равновесие самолета. Для сохранения работоспособности элевонов на больших углах атаки крыло снабдили фиксированными щелевыми предкрылками. Щель проходила по внешней части крыла, занимая примерно 40% его размаха.

Так как доводка HWK 109-509A затянулась, Me-163B долгое время испытывали как планер. Во время одного из полетов в 1942 г. случилось происшествие, чуть было не стоившее Диттмару жизни. При заходе на посадку он попал в непродуваемую ветром зону за большим ангаром, подъемная сила резко упала, и Me-163 с высоты 4 метров рухнул на бетонную площадку перед зданием. Масляный амортизатор посадочной лыжи смог поглотить лишь часть вертикальной скорости, и из-за сильнейшего толчка летчик серьезно повредил позвоночник. Он пробыл в госпитале почти до конца войны.

Хайни Диттмара сменил летчик-испытатель Рудольф Опиц. В августе 1943 г. он впервые опробовал Me-163B с двигателем. При взлете пилот оказался на краю гибели — во время разбега колесная тележка отделилась от истребителя раньше времени и самолет заскользил по полосе на посадочной лыже. Опиц чу-

Первый полет Me-163B с работающим двигателем.





Серийный Ме-163В.

дом смог поднять Ме-163 в воздух. Но не успел он с облегчением вздохнуть, как в кабину стали проникать едкие пары ракетного топлива. Со слезящимися глазами, почти вслепую, летчик все же сумел приземлиться на аэродром.

Только в феврале 1944 г., после многочисленных доработок, Ме-163В начал поступать на вооружение, всего же до конца войны было построено 279 таких самолетов. С мая 1944 г. они принимали участие в боевых действиях в качестве истребителей-перехватчиков на Западном фронте. Так как радиус действия Ме-163В был невелик — всего около 100 км, предполагалось создать целую сеть специальных групп перехвата, расположенных на расстоянии примерно 150 км друг от друга и защищающих Германию с северного и западного направлений.

Из-за большой тяги двигателя Ме-163В значительно превосходил по скорости другие самолеты и обладал невиданной прежде скороподъемностью: 80 м/с. Однако его боевую эффективность сильно снижала очень малая продолжительность полета. Вследствие большого удельного расхода горючего и окислителя жидкостно-ракетным двигателем (5 кг в секунду) их запаса хватало всего на 6 минут работы ЖРД на полной тяге. Поэтому после набора высоты 9—10 км летчик имел время только на одну короткую атаку.

Устойчивость и управляемость истребителя-"бесхвостки" были вполне удовлетворительными. Это подтверждают результаты изучения двухместного варианта Ме-163В в ЛИИ (из-за отсутствия в СССР подходящего ракетного топлива самолет испытывался как планер). "Рациональный выбор аэродинамической схемы и конструктивных параметров бесхвостого самолета дает воз-



В перерыве между полетами. На аэродроме Брандис, Германия, 1944 г.

можность обеспечить ему достаточно хорошие характеристики продольной и боковой устойчивости и управляемости в области дозвуковых скоростей полета", — отмечалось в выводах по испытаниям.[5] Однако из-за необычного шасси и большой посадочной скорости взлет и посадка были сложными. Это, а также частые случаи остановки двигателя при взлете и большая вероятность взрыва ракетного топлива при ударе явились причиной множества катастроф.

Технические недостатки самолета усугублялись нехваткой ракетного топлива и недостаточным числом летчиков в Германии в конце войны. В результате только четверть от всех построенных Ме-163В смогла принять участие в боевых действиях. Ракетный истребитель не оказал сколь-либо заметного влияния на ход войны: реально боеспоспособным было только одно подразделение, на счету которого оказалось 9 сбитых бомбардировщиков при собственных потерях 14 самолетов.[6]

В конце 1944 г. немцы попытались усовершенствовать самолет. Чтобы увеличить продолжительность полета двигатель оборудовали вспомогательной камерой сгорания для полета на крейсерском режиме с уменьшенной тягой, увеличили запас топлива, вместо отделяемой тележки установили обычное колесное шасси. До конца войны удалось построить и испытать только один образец, получивший обозначение Ме-263.

В 1944—1945 гг. Япония пыталась наладить у себя выпуск ракетных самолетов типа Ме-163 для борьбы с американскими бомбардировщиками В-29. Была куплена лицензия, но одну из двух немецких подводных лодок, направленных из Германии в Японию для доставки документов и технических образцов, потопили, и японцам достался только неполный комплект чертежей. Тем не менее инженерам фирмы Мицубиси удалось построить и самолет и двигатель. Самолету присвоили название J8M1. В первом же полете 7 июля 1945 г. он разбился из-за отказа двигателя при наборе высоты, летчик-испытатель Тойохико Инузука погиб. Несмотря на это было начато серийное производство ракетных перехватчиков. К моменту капитуляции Японии в процессе сборки находилось шесть J8M1.[7]

Ме-163 был первым в мире серийным реактивным самолетом и первым принятым на вооружение самолетом схемы "бесхвостка".



Японский вариант Ме-163 — J8M1.

В конце войны Германия попыталась наладить выпуск еще одного реактивного бесхвостого истребителя — Хортен Ho.IX. В отличие от Ме-163 он имел схему "летающее крыло", а вместо ракетного был снабжен двумя турбореактивными двигателями. Новый тип силовой установки должен был обеспечить самолету значительно б льшую продолжительность полета при примерно такой же максимальной скорости. Он мог нести бомбы, т.е. являлся истребителем-бомбардировщиком.

Все началось с того, что в марте 1943 г. Министерство авиации объявило конкурс на самолет "1000—1000—1000" с двумя реактивными двигателями BMW-003. Цифры означали требования к скорости, радиусу действия и бомбовой нагрузке новой машины. Самолет должен был быть вооружен несколькими 30-мм авиационными пушками.

Среди предложений, поступивших на конкурс, был и проект самолета-"летающее крыло" братьев Хортен. По расчетам, запас топлива в крыле обеспечивал радиус действия 800 км, зато вес бомб, поднимаемый самолетом, получался вдвое больше, чем предусматривалось заказчиком — 2000 кг.

Проект Хортенов признали лучшим, и им был выдан заказ на постройку двух опытных образцов. Первый, без двигателей, должен был быть готов к марту, а второй, с реактивной силовой установкой — к июню 1944 г.

Производство опытных машин Ho.IX V-1 и V-2 велось на авиационном ремонтном заводе в Геттингене. Сроки были сжатыми и работать приходилось по 12—14 часов в день. К намеченной дате — 1 марта 1944 г. — сборка безмоторного прототипа Ho.IX V-1 завершилась.

Машина имела очень элегантные очертания. По форме она немного напоминала морского ската. Эта ассоциация возникала из-за заостренной сзади центральной части крыла, сделанной для того, чтобы увеличить высоту центроплана при постоянной относительной толщине профиля. Кроме того, по мнению конструкторов, такая форма крыла обеспечивала более благоприятное распределение подъемной силы вдоль размаха. Стреловидность крыла равнялась 32^0, относительная толщина профиля — 13%. В центральной части крыла стоял самобалансирующийся S-образный профиль, консоли — симметричного профиля, с отрицательной геометрической круткой.

В качестве основного конструкционного материала Хортены, как и прежде, применили дерево; металл использовался только в центроплане, выполненном из стальных труб. Приверженность к древесным материалам, вполне понятную при создании планеров и легкомоторных самолетов, но не при постройке околозвукового реактивного самолета, Р.Хортен объяснял желанием избежать трудностей при серийном выпуске: в конце войны в Германии

наблюдалась острая нехватка дюралюминиевых сплавов, а также недостаток квалифицированных кадров, обученных работать с металлом.[8] Самолет имел необычно толстую 17-мм фанерную обшивку. Это было вызвано тем, что при переходе к серийному выпуску весь внутренний объем крыла предполагалось загерметизировать и использовать как единый топливный бак.

Заднюю кромку крыла занимали органы управления. Так же, как на планере Ho.III, внешняя пара элевонов поворачивалась вверх на меньший угол, чем внутренняя, обеспечивая тем самым сохранение отрицательной крутки крыла. Ближе к основанию находились посадочные закрылки. Новым в системе управления была конструкция органов путевого управления. Они представляли собой выдвигаемые перпендикулярно потоку пластины, причем сверху и снизу с каждой стороны крыла таких пластин было две, одна — большей, другая — меньшей длины. Этим достигалось более плавное действие аэродинамических тормозов: при отклонении летчиком педали сначала выходила малая пластина, а затем — пластина большей площади.

Ho.IX был снабжен трехколесным убирающимся шасси. Носовая стойка с помощью гидросистемы убиралась назад, подкрыльевые стойки — вбок. Из-за особенностей компоновки аппарата на переднюю стойку приходилась почти половина его веса, поэтому она имела необычно мощную конструкцию. Для ускорения постройки самолета Хортены использовали на нем колесо и механизм уборки от хвостовой опоры тяжелого бомбардировщика He-177.

Испытания прототипа проводил Х.Шайдхауэр. После буксировки самолетом летчик отсоединял аппарат и планировал к земле. В одном из полетов, 6 марта 1944 г., при посадке не открылся тормозной парашют. Тормозов на колесах не было, и, чтобы "вписаться" в длину посадочной полосы, Шайдхауэр убрал переднюю стойку и скользил "носом вниз" до остановки самолета. Благодаря толстой обшивке V-1 почти не пострадал. За исключением этого происшествия испытания прошли успешно.

Летом 1944 г. закончилась сборка второго прототипа — V-2. Однако оказалось, что двигатели еще не готовы. Через несколько недель в Геттинген, наконец, доставили два ТРД, но не BMW-003, под которые проектировался самолет (их серийный выпуск никак не удавалось наладить), а Jumo-004. Они имели на 0,2 м больший диаметр и не умещались внутри крыла. Перед Хортенами возникла дилемма: либо проектировать и строить новый самолет, с б льшими размерами, либо модифицировать существующую конструкцию. Братья выбрали второй вариант. Поверх центральной части крыла они установили дополнительные нервюры и обшивку, увеличив тем самым высоту центроплана. После этого двигатели "вписались" в контур крыла. Чтобы защитить деревянную конструкцию от горячих выхлопных газов, поверхность за соплами обшили металлическими листами.

В отличие от безмоторного прототипа Ho.IX V-2 был оборудован крыльевыми топливными баками емкостью 2000 литров, в систему управления ввели механический регулятор изменения угла отклонения рулей в зависимости от скорости полета. Общая тяга двух двигателей равнялась 1800 кгс и должна была обеспечить истребителю максимальную скорость полета 960 км/ч.

Первый полет Ho.IX V-2 состоялся 2 февраля 1945 г. на аэродроме в Ораниенбурге под Берлином. Пилотировал самолет лейтенант Эрвин Циллер. Машина оторвалась от земли после разбега длиной 500 м при скорости 150 км/ч. Полет проходил с выпущенным шасси, на скорости около 300 км/ч. Самолет летел устойчиво и был послушен рулям.

Но в четвертом или пятом полете произошла катастрофа. Это случилось 18 февраля. Р.Хортен вспоминал:



Ho.IXV-1 — безмоторный прототип реактивного истребителя братьев Хортен.



Ho.IXV-1 во время летных испытаний в Геттингене (1944 г.).



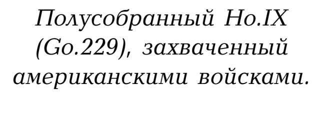
Реактивный Ho.IXV-2 перед первым полетом.

"В тот день все небо было затянуто облаками, земля размякла от влаги. Лейтенант Циллер взлетел, убрал шасси, и вскоре самолет скрылся из глаз. Затем пришло сообщение, что отказал один двигатель и Ho.IX возвращается в Ораниенбург. Из-за низкой облачности летчик заходил на посадку с малой высоты. Гидравлическая система не действовала, так как ее насос имел привод от неработающего сейчас двигателя, но с помощью аварийной пневматической системы летчику удалось выпустить шасси и посадочные закрылки. Правда, убрать их теперь было невозможно. Чтобы подкорректировать траекторию посадки, ставшей слишком крутой из-за возросшего после выпуска шасси и закрылков сопротивления, Циллер увеличил тягу двигателя. После этого он с ужасом увидел, что самолет вышел из-под контроля: аэродинамические тормоза на крыле не могли удержать машину от разворота, вызванного несимметричной тягой. Тогда летчик выключил двигатель и приземлился, не долетев до взлетно-посадочной полосы. На размокшей почве самолет занесло, он налетел на насыпь и перевернулся. Циллер погиб."[9]

Несмотря на катастрофу, Геринг 12 марта приказал начать выпуск Ho.IX в рамках "срочной истребительной программы". Подготовка же к производству началась раньше — в 1944 г. Постройка первых 60 самолетов была поручена фирме Гота, поэтому они получили обозначение Go.229. Самолеты должны были иметь четыре 30-мм пушки и узлы для крепления под крылом двух 1000-кг бомб. Кабину сделали герметичной и оснастили катапультируемым креслом. При взлетном весе 7515 кг Go.229 должен был развивать скорость 970 км/ч на высоте 12000 м, расчетная дальность полета равнялась 1880 км, потолок — 16000 м.

Когда 14 апреля американские войска заняли завод фирмы Гота во Фридрихсроде, они обнаружили там один почти готовый истребитель-"летающее крыло" и три машины на различных стадиях сборки, а также узлы и агрегаты еще для двадцати Go.229. Один самолет увезли для изучения в США, остальные уничтожили.

На основе реактивного самолета братьев Хортен конструкторы фирмы Гота в начале 1945 г. разработали проект истребителя P.60. Он должен был



Полусобранный Ho.IX (Go.229), захваченный американскими войсками.



иметь наружное расположение двигателей, обеспечивающее легкость их ремонта или замены, более тонкое крыло с увеличенной стреловидностью, двухместную кабину с расположением летчиков в лежачем положении. По оценкам немецких специалистов максимальная скорость Р.60 могла быть примерно на 100 км/ч больше, чем у Но.IX.[10]

В то время, когда Александр Липпиш занимался подготовкой к серийному выпуску своего Ме-163, по другую сторону Атлантического океана, в США, Джек Нортроп тоже задумал создать ракетный истребитель-перехватчик. Едва ли он что-нибудь знал о Ме-163 — немцы вели работы по реактивным самолетам в строгой секретности. Просто неустанный поиск нового, характерный для творческого стиля Нортропа, привел его к этой идее.

Схема будущего истребителя не вызывала у конструктора сомнений — конечно же "летающее крыло". Летчик должен был располагаться в крыле лежа, что давало возможность не только свести к минимуму размеры самолета, но также позволяло человеку выдерживать в полете двенадцатикратную перегрузку. По предварительным расчетам при тяге жидкостного ракетного двигателя 900 кгс самолет должен был развивать скорость более 800 км/ч.[11]

В январе 1943 г. руководство ВВС одобрило проект и дало заказ на постройку трех опытных машин. Истребителю присвоили индекс Р-79.

Появлению истребителя предшествовало создание трех экспериментальных планеров МХ-334, предназначенных для изучения устойчивости и особенностей пилотирования будущего самолета. Они имели размах крыла 11 м, длина равнялась 4,3 м. Киль служил только для устойчивости, управление осуществлялось с помощью элевонов и аэродинамических тормозов на крыле. Центральная часть крыла имела относительную толщину 18% и была выполнена из стальных труб, консоли — деревянные, обшивка — из фанеры.

На первом планере для взлета и посадки применялась лыжа, но она сильно тормозила движение во время буксировки при старте. Поэтому на втором экземпляре ее заменили отделяемой тележкой, а затем — неубирающимся трехколесным шасси.

2 октября 1943 г. Джон Майер совершил первый полет на МХ-334. Испытания продолжались до августа следующего года, кроме Майера летали и другие летчики фирмы Нортроп — Гарри Кросби, Алекс Папана, а также пилоты ВВС. Так как продолжительность планирования после отцепления от самолета-буксировщика была небольшой — в среднем около 10 минут, общий налет трех планеров составил 12 часов.

Во время одного из полетов с Г.Кросби случилось трагикомическое происшествие. Очевидец события, летчик-испытатель Макс Стенли рассказывает: "После отсоединения троса Гарри оказался в зоне вихрей от винтов самолета-буксировщика Р-38... Планер перешел в крутое кабрирование, попал в срыв и затем сорвался в штопор. Вскоре равновесие восстановилось, и аппарат начал полого планировать. Проблема, однако, состояла в том, что он планировал в перевернутом положении. Кросби, лежащий теперь на потолке кабины, не мог дотянуться до рычагов управления. В конце концов он сумел сбросить люк и выбрался на крыло (точнее — под крыло, так как планер летел колесами вверх). Некоторое время он сидел там, держась за планер и обдумывая, как поступить дальше. Поняв, что вернуться в кабину и попытаться спасти машину невозможно, летчик отпустил руки, соскользнул с крыла и раскрыл парашют. Когда он обернулся, то с изумлением увидел, что планер, находящийся по-прежнему в перевернутом положении, кружит вблизи него и снижается к земле примерно с такой же скоростью, как он сам. Хотя планер и летчик приземлились почти одновременно и почти в одном и том же



Г.Кросби около экспериментального планера МХ-334.

месте, они не столкнулись, и Гарри остался цел. Планер же получил большие повреждения, и его пришлось списать."[12]

В целом, результаты испытаний МХ-334 были положительными. Отмечалось, что планер устойчив относительно всех трех осей, хорошо слушается элевонов, но на отклонение педалей реагирует с задержкой, поэтому развороты лучше выполнять с помощью элевонов.[13]

Чтобы увеличить продолжительность полетов, третий экземпляр решили оборудовать небольшим ЖРД Аэроджет XCAL-200 с тягой 90 кгс. Двигатель, топливные баки и вспомогательные системы разместили внутри крыла, только сзади выступало небольшое сопло. Ракетный вариант планера получил название МХ-324.

5 июля 1944 г. Кросби испытал ракетоплан в воздухе. На высоте два с половиной километра он отсоединился от буксировщика и нажал кнопку запуска двигателя. Двигатель проработал 4 минуты, затем летчик спланировал и плавно посадил машину на плоскую, как стол, поверхность высохшего озера Харпер в Калифорнии. Это был первый в США полет на самолете с жидкостным ракетным двигателем.

Испытания МХ-324 продолжались недолго. В 1944 г. стало ясно, что фирма Аэроджет не может изготовить ЖРД требуемой для истребителя мощности. Выход был только один: переоборудовать один из построенных ХР-79 под турбореактивные двигатели. Этот вариант назвали ХР-79В.

В конструкции самолета использовались некоторые приемы, примененные Нортропом годом раньше при создании винтомоторного истребителя ХР-56. Он был выполнен целиком из магниевого сплава. Обшивка крыла, в котором, как планировалось прежде, должно было находиться легко воспламеняемое ракетное топливо, имела очень большую толщину — вблизи передней кромки она достигала 19 мм. Аэродинамические тормоза (они же — рули направления) представляли собой овальные отверстия на концах крыла, перекрываемые действующими от педалей заслонками.

Так как в центре крыла находилось ложе пилота, ХР-79В был оборудован двумя передними стойками шасси, расположенными по бокам от кабины. В полете они, так же, как две основные стойки, убирались.

Стреловидность крыла равнялась примерно 30^0, задняя кромка была почти прямой. Кроме элевонов на крыле имелись предкрылки и посадочные закрылки.

В связи с тем, что тяга первых ТРД была сравнительно небольшой, истребитель сделали двухдвигательным. Двигатели Вестингхауз 19-В (J-30) размес-

тили в крыле по бокам кабины, максимально сблизив их для того, чтобы отказ одного не вызвал бы большой асимметрии тяги. Сверху на каждом двигателе установили по килю.

Самолет должен был быть вооружен четырьмя пулеметами калибром 12,7 мм с боекомплектом по 250 патронов на ствол. Однако, учитывая высокую прочность передней кромки крыла, Д.Нортроп предлагал использовать истребитель в бою прежде всего для таранных атак: догнав противника, летчик мог ударом крыла срезать крыло или хвостовое оперение вражеского самолета. Поэтому за ХР-79В закрепилось прозвище "Флайинг рэм" ("Летающий таран").

В июне 1945 г. ХР-79В доставили на базу в Мюрок для испытаний. 12 сентября Гарри Кросби поднялся на самолете в воздух. И для пилота, и для машины этот день стал последним. Д.Нортроп сообщает:

"Взлет прошел нормально, и в течение 15 минут самолет с успехом демонстрировал свои летные качества. Летчик переходил от одного маневра к другому. Это свидетельствует о том, что он был полностью удовлетворен поведением машины. Примерно через 15 минут полета самолет начал медленно вращаться вокруг продольной оси. При этом он постепенно опускал нос и к моменту удара о землю находился в крутом вертикальном штопоре. Летчик пытался покинуть машину, но скорость была слишком велика и он не смог сделать это.

Истребитель-таран Нортроп ХР-79В.



К сожалению, мы не имели достаточно фактов, чтобы точно установить причину катастрофы. Учитывая горизонтальное расположение пилота, для того, чтобы уменьшить нагрузки на рычагах, органы бокового управления снабдили мощными триммерами с приводом от электродвигателя. Можно предположить, что летчик решил сделать замедленную бочку (он уже имел опыт выполнения фигур высшего пилотажа на другом "летающем крыле", разработанном нашей фирмой), во время этого маневра что-то заклинило в системе бокового управления, и человек не смог преодолеть усилие, развиваемое электромеханизмом триммеров."[14]

После катастрофы единственного экземпляра ХР-79В руководство ВВС постановило прекратить дальнейшие работы по самолету, тем более, что война закончилась и "рубить хвосты" было уже не нужно.

Во время единственного полета первого американского реактивного истребителя-"бесхвостки" летные характеристики не замерялись. По расчетам ХР-79В должен был иметь максимальную скорость 880 км/ч, скороподъемность 27 м/с, максимальную дальность 1600 км.

После войны в распоряжение стран-победительниц попало несколько экземпляров Ме-163 и Ho.IX, а также многочисленные проекты стреловидных реактивных "бесхвосток" других фирм — Арадо, Блом и Фосс, БМВ, Гота, Хейнкель, Хеншель, Юнкерс.[15] Благодаря стреловидной форме крыла их расчетная скорость была намного выше, чем у первых английских и американских реактивных истребителей обычной схемы с нестреловидным крылом — "Метеор", "Вампир", "Эркомет". Кроме того, по мнению ряда авиационных специалистов, отсутствие горизонтального оперения позволило бы избежать сложностей с устойчивостью и управляемостью на околозвуковых скоростях, таких, в частности, как "скоростной бафтинг" — вибрация хвостового оперения, возникающая иногда при приближении к скорости звука.

Это послужило стимулом к появлению во второй половине 40-х годов в Англии и США экспериментальных реактивных бесхвостых самолетов. Они, как и все последующие скоростные "бесхвостки", имели симметричный профиль крыла: S-образный профиль создавал бы слишком большое волновое сопротивление.

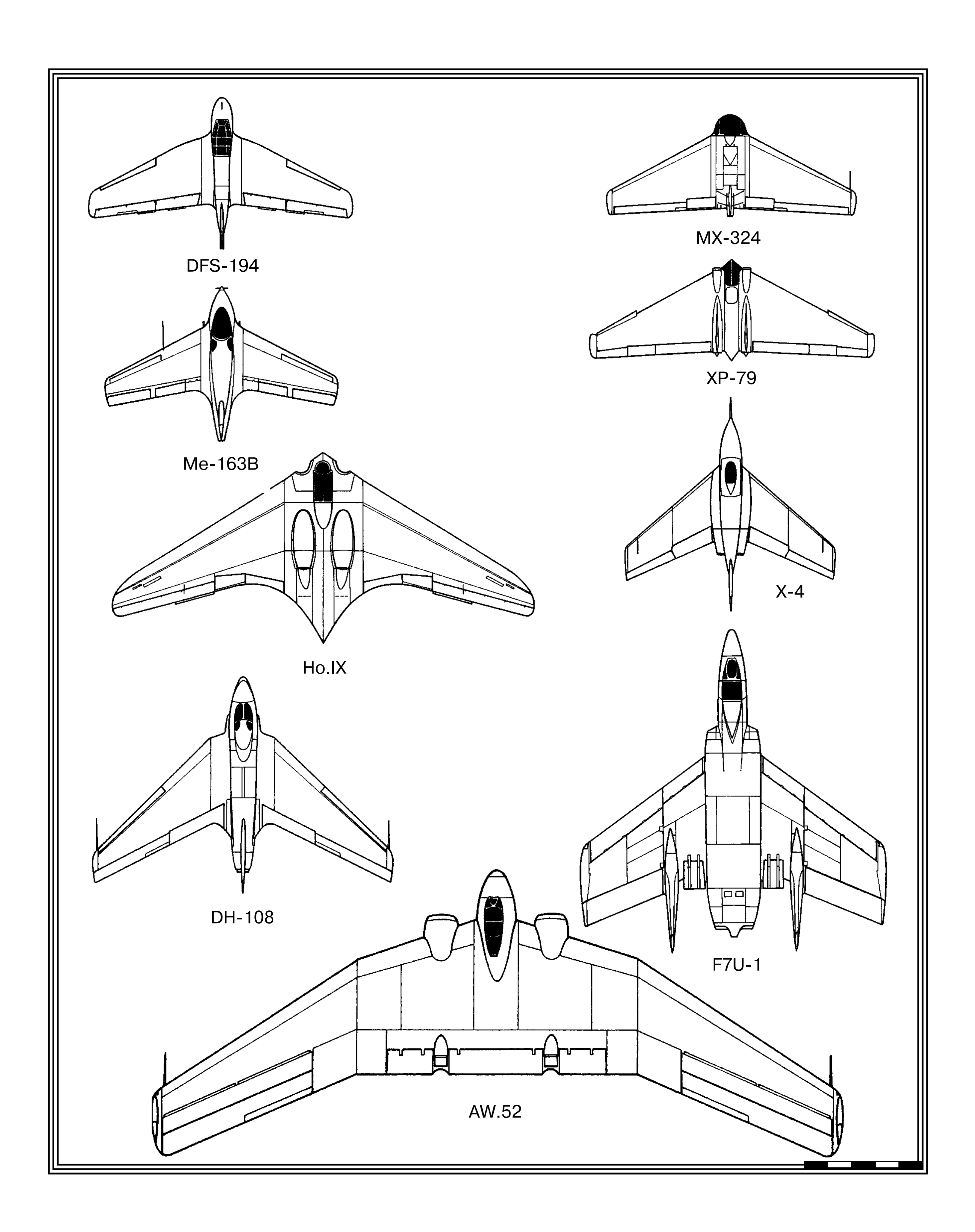
Первой английской послевоенной "бесхвосткой" был одноместный Де Хевилленд DH-108. Этот самолет принес Англии два мировых рекорда скорости, и он же унес жизни трех летчиков-испытателей. Однако обо всем по порядку.

DH-108 был предназначен для изучения свойств стреловидного крыла и схемы "бесхвостка" при различных скоростях полета. Проектирование самолета началось в октябре 1945 г., а постройка завершилась весной 1946 г. Такие рекордные темпы объясняются тем, что фюзеляж и турбореактивный двигатель на DH-108 были, как у серийного истребителя DH-100 "Вампир", новыми являлись только крыло и киль. Воздухозаборники двигателя так же, как на "Вампире", располагались у основания крыла.

Самолет имел металлическую конструкцию. На крыле находились элевоны и посадочные закрылки, руль направления — на киле. Двигатель — Де Хевилленд "Гоблин" 2 с тягой 1360 кгс. Стреловидность крыла равнялась 43^0.

Первый экземпляр был построен для исследования поведения самолета на малых скоростях полета. Чтобы попадание в срыв и штопор было менее опасным, напротив элевонов установили предкрылки, постоянно находящиеся в открытом положении, а на концах крыла разместили контейнеры с противоштопорными парашютами.

15 мая 1946 г. сын основателя фирмы, ведущий летчик-испытатель Джеффри де Хевилленд-младший поднял DH-108 с аэродрома ВВС в Вудбридже в


DFS-194
MX-324
XP-79
Me-163B
Ho.IX
X-4
DH-108
F7U-1
AW.52

полет. Он продолжался 30 минут и прошел без происшествий. Самолет был вполне устойчив и, как показали проводившиеся позднее демонстрационные "бои" с "Москито", обладал хорошей маневренностью. Все полеты выполнялись при задросселированном двигателе на скорости не более 450 км/ч.

Между тем на испытания вышел второй DH-108. Он был построен для изучения особенностей устойчивости и управляемости на больших скоростях. Поэтому фиксированные предкрылки заменили на автоматические, открывающиеся только на малой скорости, угол стреловидности крыла возрос до 45^0, а тяга двигателя — до 1500 кгс ("Гоблин"3). Так как с ростом скорости нагрузки на управление сильно возрастают, ручку и педали соединили с рулями через гидроусилители.

Первый полет скоростного DH-108 состоялся 23 августа 1946 г. Вскоре Д. де Хевилленд установил на нем мировой рекорд скорости, развив в горизонтальном полете 992 км/ч, а 12—13 сентября 1946 г. продемонстрировал на самолете высший пилотаж.

Но триумф вскоре обернулся трагедией. 27 сентября Д. де Хевилленд решил узнать, какую максимальную скорость сможет развить самолет при пикировании. Поднявшись на высоту 3000 м, летчик разогнал машину и направил ее к земле. Через несколько минут на глазах многочисленных свидетелей самолет развалился на части, будто натолкнувшись на невидимое препятствие. Это был "звуковой барьер" — физическое явление, связанное с резким ростом сопротивления на околозвуковой скорости из-за возникновения на крыле и других частях самолета скачков уплотнения. Катастрофа произошла при М=0,9.

Гибель де Хевилленда-младшего явилась тяжелой потерей не только для его отца, но и для всей английской авиации. На протяжении многих лет он был старшим летчиком-испытателем фирмы, давшим "путевку в жизнь" знаменитому "Москито" и еще многим самолетам. "Он был отличный летчик, очень крупный специалист в области летных испытаний и весьма колоритная фигура с точки зрения характера," — писал о нем другой известный английский пилот Г.Пауэлл.[16]

Несмотря на случившееся, программа развития реактивной "бесхвостки" продолжалась. 24 июля 1947 г. начались полеты третьего DH-108. Он имел за-



Третий экземпляр самолета DH-108, на котором в 1948 г. был установлен мировой рекорд скорости.

остренную носовую часть фюзеляжа, более обтекаемый фонарь кабины и двигатель "Гоблин"4 с тягой 1700 кгс. Испытания проводил Джон Каннингем, новый шеф-пилот фирмы Де Хевилленд. Они продолжались почти год и дали много полезной информации об особенностях обтекания стреловидного крыла на околозвуковых скоростях.

Затем настало время для новых рекордных достижений. 12 апреля 1948 г. Джон Дерри установил на DH-108 рекорд скорости полета по замкнутому 100-километровому маршруту — 974 км/ч, а 9 сентября того же года он впервые в Англии превысил на самолете скорость звука. Поднявшись на высоту 12000 м, Дерри перевел DH-108 в пикирование под углом 30^0 и разгонял машину до тех пор, пока стрелка махометра не пересекла риску с цифрой "1". В этот момент самолет почти перестал слушаться рулей, но на высоте 9000 м летчик сумел погасить скорость и восстановил контроль над машиной. Расшифровка показаний приборов на земле показала, что самолет достиг скорости $M = 1{,}02$ (около 1100 км/ч).[17] Так как на этот раз полет происходил на большой высоте, в разреженной атмосфере, конструкция выдержала аэродинамические нагрузки.

Всего через два дня после своего рискованного эксперимента Дерри принял участие в ежегодном аэрошоу в Фарнборо, продемонстрировав на "бесхвостке" головокружительный каскад фигур высшего пилотажа. Пошатнувшаяся после катастрофы 1946 г. репутация DH-108 была полностью восстановлена. Никто не ожидал, что впереди гибель еще двух пилотов: Маллер-Роланда и Джендерса. Катастрофы произошли почти одновременно. 15 февраля 1950 г. в летном центре ВВС в Фарнборо, куда после окончания основной программы испытаний передали оба самолета, разбился третий экземпляр DH-108. На большой высоте произошел отказ в системе подачи кислорода, летчик Д.Маллер-Роланд утратил способность управлять самолетом и погиб вместе с ним. 1 мая того же года настала очередь первого DH-108: самолет, пилотируемый Д.Джендерсом, попал в штопор и рухнул на землю во время испытательного полета на минимально возможную скорость.

Итак, в ходе испытаний разбились все три DH-108. И хотя в первых двух случаях катастрофы никак не связаны со схемой самолета, больше "бесхвостками" фирма Де Хевилленд не занималась.[18]



Планер GAL.56 предназначался для изучения свойств стреловидного крыла.

Другая английская фирма, Дженерал Эркрафт, выбрала более экономичный способ изучения стреловидного крыла: с помощью планеров-"бесхвосток". В период с 1944 г. по 1947 г. там построили и испытали четыре экспериментальных планера. Первые три имели обозначение GAL.56 и отличались только углом стреловидности крыла. Четвертый, GAL.61, по схеме был ближе к "летающему крылу". Он не имел вертикального оперения, шасси могло убираться в полете.

Пилотажные свойства планеров были плохими — сказалось отсутствие у фирмы опыта проектирования "бесхвосток". По воспоминаниям капитана Эрика Брауна, принимавшего участие в испытаниях GAL.56, аппарат, буксируемый самолетом, с трудом отрывался от земли, а в свободном полете часто попадал в срыв и переставал слушаться рулей.[19] Однажды это закончилось катастрофой, погиб известный летчик-планерист Роберт Кренфельд.

Более удачным был американский экспериментальный самолет Нортроп Х-4. Его построили с той же целью, что и DH-108: для исследования пилотажных свойств бесхвостого реактивного самолета со стреловидным крылом и заключения о целесообразности применения такой конфигурации на скоростном истребителе. Заказчиками Х-4 являлись ВВС США и НАКА.

Решение о постройке двух Х-4 было принято в 1946 г., а их изготовление завершилось в 1948 г. Подчиняясь требованиям заказчиков, Д.Нортроп отошел от культивируемой им в течение многих лет схемы "летающее крыло". Как DH-108, Х-4 имел обычный фюзеляж с расположенным сзади килем. Крыло — со сравнительно тонким профилем (10%) и со стреловидностью 42^0. Сверху стояли аэродинамические гребни. Два турбореактивных двигателя

Экспериментальный самолет Нортроп Х-4 .





Нортроп Х-4 № 2 с раскрытыми аэродинамическими тормозами.

J-30 находились по бокам фюзеляжа. Органы управления — элевоны и расположенный на киле руль направления.

Для того, чтобы в случае потери эффективности рулей под воздействием скачков уплотнения летчик мог быстро погасить скорость и восстановить управляемость самолета, посадочные закрылки сделали расщепляющимися. Раскрываясь вверх и вниз, они превращались в мощные аэродинамические тормоза.

По размерам Х-4 был меньше, чем DH-108. Видимо из-за миниатюрности самолету присвоили название "Бэнтам", что можно перевести примерно как "мал да удал".

В ноябре 1948 г. первый Х-4 доставили на базу ВВС в Мюроке, а 16 декабря Чарльз Таккер совершил на нем первый полет. Начавшиеся вскоре сильные дожди покрыли поверхность земли водой, и испытания пришлось прервать до весны следующего года. Из-за многочисленных неполадок в топливной системе полеты чередовались с ремонтами, поэтому за год удалось выполнить только 9 вылетов. В конце концов испытания самолета решили прекратить, сконцентрировав усилия на втором экземпляре Х-4 с более надежной системой питания двигателей.

Нортроп Х-4 № 2 впервые поднялся в воздух 7 июня 1949 г. До 1953 г. на нем было осуществлено 102 полета. Самолет испытывался по программе ВВС, затем его передали в распоряжение НАКА. На Х-4 летали такие известные испытатели, как Чарльз Егер и Фрэнк Эверест.

В отличие от своего английского "коллеги" Х-4 не стал самолетом-рекордсменом. Зато вся программа испытаний прошла без единой аварии и даже без сколь-либо серьезных летных происшествий. Были достигнуты максимальная скорость 1006 км/ч (М=0,92), скороподъемность 39 м/с, потолок 12900 м.

Вместе с тем полеты Х-4 показали, что отсутствие горизонтального оперения не является панацеей от опасных явлений, возникающих на околозвуковых скоростях. При достижении М=0,76 самолет начинал "рыскать" по курсу, эффективность элевонов снижалась, а на М=0,88 возникали неконтролируемые колебания относительно всех трех осей.[20]

На основании результатов испытаний специалисты пришли к выводу о нецелесообразности применения схемы "бесхвостка" на реактивных самолетах, рассчитанных на околозвуковую скорость полета.

Тем не менее, один такой самолет-"бесхвостка" был создан, строился в серии и состоял на вооружении. Речь идет об американском палубном истребителе Чанс-Воут F7U "Катлэсс" ("Абордажная сабля").

В 1946 г. ВМС США, по примеру ВВС, занялось переоснащением своей авиации с поршневой на реактивную. Был объявлен конкурс на создание истребителя с околозвуковой скоростью полета. Победителем оказалась фирма Чанс-Воут, представившая проект двухдвигательного самолета-"бесхвостки".

Проектирование этого истребителя началось в августе 1945 г., вскоре после того, как конструкторы фирмы познакомились с немецкими материалами по реактивным самолетам. За основу будущей машины был взят проект бесхвостого истребителя фирмы Арадо. Использование такой схемы привлекало не только возможностью уменьшить коэффициент лобового сопротивления, но и компактностью такого самолета, что в условиях базирования на авианосцах отнюдь немаловажно.

Контракт с ВМС на постройку двух опытных истребителей XF7U-1 был подписан в июне 1947 г., год спустя начались их испытания. По схеме самолет несколько напоминал экспериментальный Нортроп X-4, но имел более вытянутый вперед фюзеляж и расположенное на крыле двухкилевое вертикальное оперение. В отличие от других "бесхвосток" кили у него находились не на концах крыла, а приблизительно на 1/3 его размаха. Это сделали для того, чтобы, когда самолет находится на авианосце, концы крыла можно было складывать вверх. На крыле имелись элевоны, аэродинамические тормоза и автоматические предкрылки. Путевое управление обеспечивали рули направления на килях. Так же, как элевоны, они приводились в действие с помощью гидроусилителей. Двигатели — Вестингауз J-34, с тягой по 1360 кгс.

29 сентября 1948 г. летчик-испытатель Роберт Бейкер поднял "Катлэсс" в полет. Вскоре завод фирмы Чанс-Воут в Далласе выпустил первую партию из 14 истребителей F7U-1, вооруженных четырьмя 20-мм пушками. Они предназначались, главным образом, для войсковых испытаний. Результаты полетов оказались неутешительными: было потеряно пять самолетов, погибло два летчика.

Чаще всего аварии случались при взлете с палубы. После катапультного старта летчик, как обычно, резко брал ручку на себя чтобы начать подъем, но при отклонении элевонов вверх (а из-за сравнительно малого расстояния до центра тяжести их сделали необычно большими) подъемная сила крыла падала и самолет "проваливался". Трудной была и посадка, так как из-за отсутствия посадочных закрылков и относительно малого удлинения крыла ее приходилось выполнять под большим углом атаки.

В конце 1951 г. на испытания вышел усовершенствованный вариант самолета — F7U-3. Он имел значительно более мощные двигатели Вестингауз J-46 с системой дожигания (2770 кгс на форсаже и 2180 кгс — на бесфорсажном режиме), увеличенный запас топлива и измененную форму килей, вытянутое вперед основание которых выполняло функцию аэродинамических гребней. Чтобы улучшить обзор из кабины кресло пилота приподняли вверх, а для облегчения взлета переднюю стойку шасси удлинили и снабдили механизмом, позволяющим во время разбега увеличить угол наклона фюзеляжа с 9^0 до 20^0. В связи с установкой в носу самолета радиолокатора пушки перенесли с нижней части фюзеляжа на верхнюю поверхность воздухозаборников.

В этом виде истребитель поступил на вооружение. Всего было построено 228 самолетов, из них 98 — с управляемыми ракетами на пилонах. F7U-3 применялся до 1957 г., базируясь как на авианосцах, так и на прибрежных аэро-



Палубный истребитель Чанс Воут F7U-3 — первая американская серийная "бесхвостка".

дромах. Это был первый серийный самолет-"бесхвостка" с турбореактивными двигателями.

Для начала 50-х годов "Катлэсс" имел неплохие летные данные. Его максимальная скорость была 1050 км/ч, скороподъемность — 57 м/с, потолок — 13500 м, радиус действия — около 450 км. Самолет обладал хорошей маневренностью, не уступая по этому показателю таким известным истребителям, как F-86 "Сейбр" и МиГ-15.

Вместе с тем, даже после доработок F7U-3 отличался высокой аварийностью: число аварий на 1000 часов полета было почти вдвое больше, чем в среднем в морской авиации США в 1950-е годы. Еще более впечатляют конкретные цифры: за четыре года эксплуатации "Катлэссов" произошло 78 серьезных летных происшествий, из них свыше четверти — со смертельным исходом.[21]

Неудивительно, что после снятия с вооружения F7U-3 их не передали, как обычно, в резерв авиации флота, а просто списали. 9 самолетов сохранились. Их можно увидеть в музеях США, они стоят как памятники на авиабазах, в аэропорте г.Далласа, в Уитонском национальном парке.



Модель самолета И.В.Четверикова.

Одновременно с разработкой "Катлэсса", в СССР в ОКБ И.В.Четверикова также велось проектирование боевой "бесхвостки" ЛК с двумя турбореактивными двигателями РД-45. Но советский самолет создавался как разведчик и бомбардировщик и должен был обладать большими размерами и весом. По расчетам машина могла бы развивать скорость 950 км/ч и иметь весьма большую для реактивного самолета дальность полета — 3000 км. К лету 1948 г., когда вышел приказ о закрытии ОКБ Четверикова, его сотрудники успели закончить проектирование и изготовили полноразмерный макет самолета.[22]

Появление турбореактивного двигателя предопределило интерес к тяжелым транспортным самолетам схемы "летающее крыло". Еще во время войны начали появляться публикации, в которых отмечались такие преимущества реактивного "летающего крыла" по сравнению с поршневыми самолетами этой схемы, как б льшие высота и скорость полета, удобство компоновки реактивных двигателей внутри крыла, снижение вибрации и шума, возможность ламинаризации обтекания благодаря отсосу пограничного слоя с помощью установленных в крыле ТРД, уменьшение высоты шасси (при применении поршневых двигателей высота шасси определялась диаметром воздушных винтов).[23]

Практические работы в этом направлении начала английская фирма Армстронг Уитворт. Их возглавил конструктор Джон Ллойд. Замысел состоял в создании 6-двигательного трансконтинентального пассажирского самолета с размахом крыла около 50 м и весом 80—90 тонн. Благодаря применению схемы "летающее крыло" с ламинарным обтеканием, которое достигалось бы отсосом пограничного слоя, конструкторы рассчитывали добиться трехкратного снижения аэродинамического сопротивления по сравнению с обычным самолетом.

Первым шагом в создании авиалайнера стала постройка безмоторного прототипа AW.52G с размахом крыла 16,4 м. Он предназначался для замера аэродинамических характеристик и изучения пилотажных свойств будущего самолета.

Проектирование двухместного планера началось в 1942 г., постройка — в марте 1943 г. Для экономии средств AW.52G решили сделать, в основном, из дерева. Крыло состояло из трех частей: центроплана с прямой задней кромкой и двух стреловидных консолей с отрицательной круткой по размаху. Профиль — ламинарный, разработанный в НАКА. Продольное и поперечное управление осуществлялось с помощью элевонов, которые крепились не к крылу, как обычно, а к другим подвижным поверхностям — "корректорам". Корректоры служили для достижения оптимальной продольной балансировки планера в полете и для уравновешивания момента от закрылка при посадке. В дополнение к элевонам, корректорам и посадочному закрылку, на крыле, ближе к основанию, установили спойлеры — расположенные вдоль размаха пластины, выдвигаемые вверх для уменьшения подъемной силы и создания крена. Путевое управление обеспечивалось рулями направления на килях.

Для того, чтобы элевоны могли эффективно действовать на больших углах атаки, был применен отсос пограничного слоя с концов крыла (использование обычных предкрылков нарушило бы ламинарное обтекание). Воздух засасывался в щели в крыле насосами с приводом от винтов, установленных на основных стойках шасси и вращающихся в полете под действием набегающего потока.

Одним из основных условий ламинарного обтекания является высокая гладкость поверхности. Поэтому на AW.52G для обшивки крыла применялся специальный материал "плаймакс", представляющий собой фанеру с наклеенным сверху тонким металлическим листом.

Испытания планера начались весной 1945 г. Бомбардировщик "Уитли" затягивал его на буксире на высоту 6000 м, после чего планер совершал свободный полет продолжительностью около получаса. AW.52G оказался достаточно устойчив и послушен управлению.

Опыты с планером позволяли изучить особенности схемы только на сравнительно небольших скоростях; чтобы выяснить поведение машины в скоростном полете, требовалось создание экспериментального реактивного самолета. В конце войны фирма заключила контракт на постройку двух таких

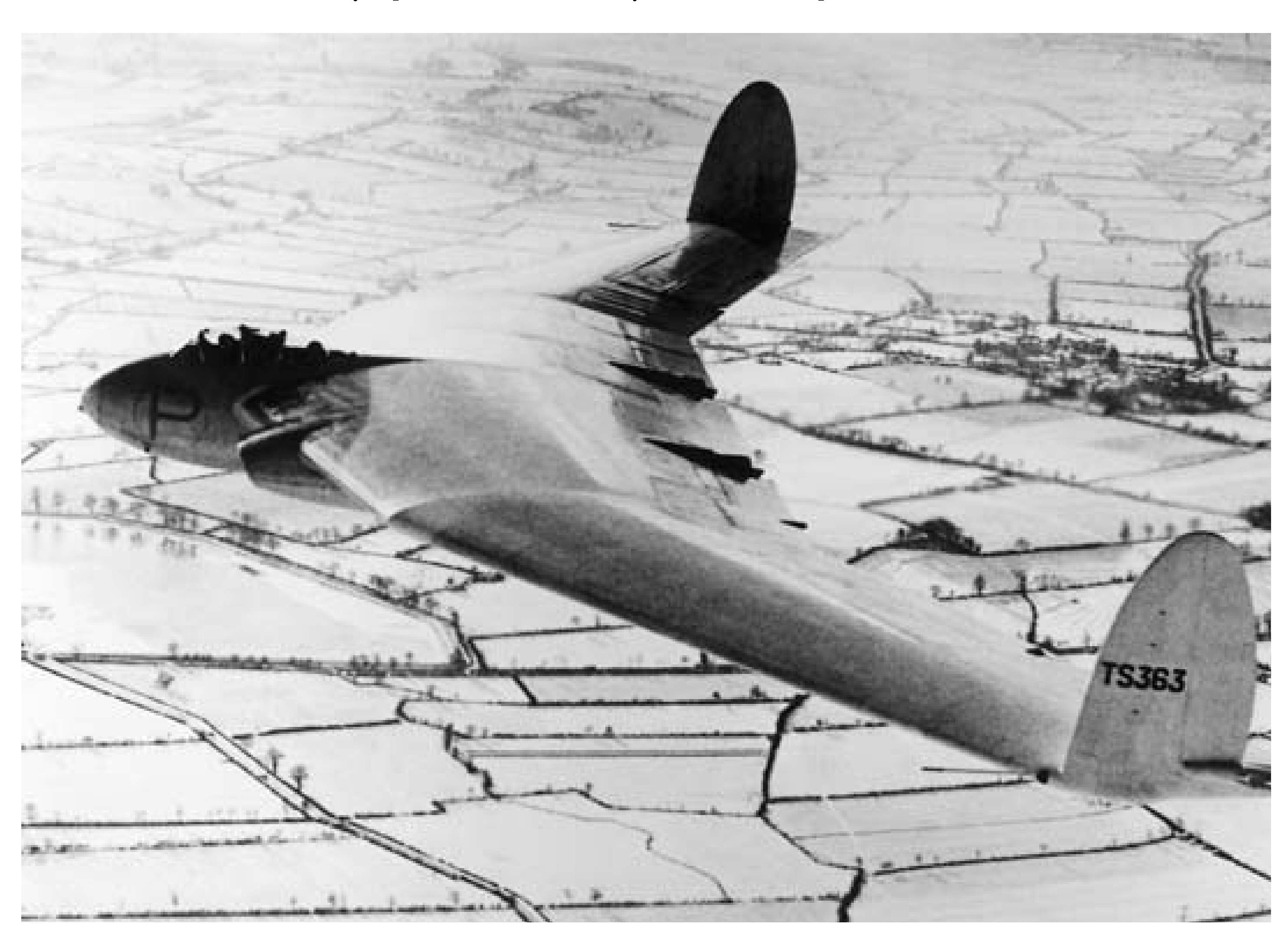
машин — AW.52. Они должны были представлять собой копию трансконтинентального "летающего крыла" в масштабе 1:2.

Первый AW.52 был снабжен двумя ТРД Роллс-Ройс "Нин" тягой по 2270 кгс, второй — двигателями Роллс-Ройс "Дервент" (2x1590 кгс). Двигатели находились внутри центроплана крыла, по бокам от выступающей вперед двухместной кабины экипажа. Там же, в крыле, располагались восемь топливных баков, вмещающих 7700 литров керосина. Система управления — как на AW.52G.

Самолеты имели цельнометаллическую конструкцию. Крыло — с ламинарным профилем, относительная толщина которого менялась от 18% в центре до 15% на концах. В связи с тем, что даже незначительная деформация поверхности под действием аэродинамических нагрузок привела бы к нарушению ламинарного обтекания, обшивка крыла имела большую толщину, а с внутренней стороны подкреплялась гофром. Отсос пограничного слоя перед элевонами осуществлялся с помощью турбореактивных двигателей, причем система отсоса включалась автоматически, в зависимости от положения ручки управления и дросселя двигателей.

Так как AW.52 был рассчитан на полеты с большой скоростью и на большой высоте, шасси сделали убирающимися, а кабину экипажа — герметич-

AW-52 был создан как прообраз пассажирского "летающего крыла".



ной, с катапультируемым сидением летчика. Для защиты от обледенения передняя кромка крыла изнутри подогревалась газами от двигателей.

Летные испытания первого AW.52 начались 13 ноября 1947 г., второй самолет, с ТРД "Дервент", вышел на испытания 1 сентября 1948 г. Необычные самолеты произвели большое впечатление на публику во время полетов на аэрошоу в Фарнборо в сентябре 1948 г. Однако специалистов результаты испытаний разочаровали. Скорость полета была достаточно велика — около 800 км/ч, но аэродинамическое качество оказалось намного ниже, чем ожидалось. Последнее свидетельствовало о том, что, несмотря на все усилия, ламинарного обтекания крыла достигнуть не удалось. Одной из причин этого, по мнению конструктора самолета Д.Ллойда, было искривление потока в пограничном слое из-за стреловидности крыла.[24]

Другим недостатком AW.52 являлась большая дистанция взлета и посадки по сравнению с обычным самолетом с такой же нагрузкой на крыло. Это было вызвано характерной для всех "бесхвосток" неэффективностью применения посадочной механизации крыла. О причинах этого явления я уже писал. Здесь же отмечу, что коэффициент подъемной силы при посадке с выпущенным закрылком у AW.52 составлял 1,6 — в полтора раза меньше, чем у самолета классической схемы с такой же механизацией крыла.

30 мая 1949 г. во время испытательного полета AW.52 № 1 произошла авария. Пилотировавший самолет Джон Ланкастер заметил, что крыло самолета, летевшего на большой скорости, начало вибрировать — возник флаттер. Несмотря на снижение тяги двигателей, вибрация усиливалась, и на высоте 1500 м летчик решил оставить самолет. Катапультное кресло фирмы Мартин-Бейкер не подвело, Ланкастер благополучно приземлился. Это было первое катапультирование с самолета в Англии.

После того, как летчик покинул кабину, флаттер почему-то прекратился, самолет перешел в планирование и приземлился со сравнительно небольшими повреждениями. Это третий из известных мне случаев самостоятельной посадки "бесхвосток".

После случившегося фирма Армстронг Уитворт решила отказаться от создания транспортного "летающего крыла". Оставшийся экземпляр AW.52 передали в испытательный центр в Фарнборо. Он использовался там для экспериментальных целей вплоть до 1954 г. Во избежание флаттера скорость полетов была ограничена величиной 460 км/ч.

В заключение — о двух экспериментальных "бесхвостках", созданных по инициативе профессора Джеффри Хилла, того самого конструктора "Птеродактилей", о котором говорилось во второй главе нашего повествования.

Во время второй мировой войны Д.Хилл занимал пост представителя Великобритании в Национальном научном комитете Канады (NRC). В эти годы он разработал проект трансатлантического пассажирского "летающего крыла" "Птеродактиль" Mk.VIII. Для изучения предложенной им схемы в NRC в 1946 г. построили двухместный планер с размахом крыла 15 м. Он имел две кабины на крыле, как на ХАИ-3. Отзвуком первых "Птеродактилей" были цельноповоротные концевые части крыла, служащие для улучшения поперечной управляемости на больших углах атаки. Шасси могло убираться в полете.

Испытания продолжались до конца 40-х годов, было выполнено более 100 полетов. Все они прошли без происшествий. Однако из-за недостаточной эффективности рулей направления на малых скоростях и большой нагрузки на ручку управления пилотировать планер было непросто, и дальнейшего развития он не получил.[25]



Планер Д.Хилла "Птеродактиль" Mk.VIII был построен в Канаде.

Тем временем Хилл возвратился на родину и там сумел увлечь руководителя отдела проектов фирмы Шорт Д.Кейт-Лукаса новой идеей. Суть ее заключалась в применении на "бесхвостке" стреловидного крыла особой конструкции — "изоклинического крыла".

Недостатком обычного стреловидного крыла является то, что его изгиб, происходящий под действием аэродинамических сил, сопровождается скручиванием, т.е. уменьшение углов атаки на концах. Это ведет к потере подъемной силы и ухудшению работоспособности расположенных на крыле рулей. В изоклиническом крыле данный недостаток преодолевается размещением контура кручения как можно ближе к задней кромке.

Новое крыло с цельноповоротными законцовками-элевонами предполагалось применить на бесхвостом реактивном бомбардировщике Шорт P.D.1. Прототипом боевой машины стал уменьшенный в три раза планер S.B.1. Он имел деревянную конструкцию, размах крыла составлял 11,6 м, угол стреловидности — $42{,}5^0$.

14 октября 1951 г. во время взлета S.B.1 попал в струю от винтов самолета-буксировщика и потоком воздуха его ударило о землю. В ходе восстановительных работ аппарат оборудовали двумя небольшими турбореактивными двигателями Турбомека "Палас" у основания крыла и топливными баками. Тяга каждого двигателя равнялась всего 160 кгс, но этого было достаточно, чтобы машина могла совершать самостоятельный взлет и 50-минутный полет со скоростью около 200 км/ч. Взлетный вес составлял 1500 кг.

Самолет назвали "Шерпа" ("Sherpa" — "Short&Harland Experimental and Research Prototype Aircraft"). 4 октября 1953 г. Т.Брук-Смит выполнил на нем первый полет. Во время летных испытаний, продолжавшихся несколько лет, были получены исчерпывающие сведения о свойствах изоклинического крыла с поворотными законцовками на скоростях до 400 км/ч.[26] Очевидно они оказались не очень обнадеживающими, так как самолетов с таким крылом больше не строили.

Итак, надежды, возлагаемые на применение реактивного двигателя на "бесхвостках" со стреловидным крылом, не оправдались. Как показали испытания, отсутствие горизонтального оперения не решало проблем, связанных с пилотированием на околозвуковых скоростях. Только два бесхвостых самолета — Me-163 и F7U — дошли до стадии серийного производства. Но оба они



Шорт "Шерпа" с изоклиническим крылом.

оказались не очень удачными: первый — из-за недостатков ракетного двигателя, второй — из-за недостатков, присущих схеме "бесхвостка".

Новым стимулом к развитию реактивных бесхвостых самолетов явилось распространение в авиастроении треугольного крыла малого удлинения или, как его еще называют, дельта-крыла.

Источники и комментарии

1. Подробнее о проектах реактивных "бесхвосток" XIX века см.: Д.А.Соболев. История самолетов. Начальный период. М., 1995. С. 40–49.
2. A.Lippisch. Versuch mit neuartigen Flugzeugtypen // ZFM. 1928. № 12. S. 274–281.
3. F.Radenbach. Gottlib Espenlaub — ein Fliegerleben. Stuttgart, 1943.
4. A.Lippisch. The delta wings. History and development. Iowa State University Press, 1981. P. 46.
5. И.М.Пашковский. Исследование в полете устойчивости и управляемости самолета бесхвостой схемы. Технический отчет ЛИИ, 1947 г. С. 25.
6. W.Green. The warplanes of the Third Reich. London, 1970. P. 603.
7. R.Francillon. Japanese aircraft of the Pacific War. London, 1979. P. 404–407.
8. R.Horten, P.Selinger. Nurfl gel. Die Geschichte der Horten-Flugzeuge 1933–1960. Graz, 1983. S. 134.
9. Там же С. 134–135.
10. Comparisons of the 8-229 and the Go P-60 all wing airplanes. // NASM Archives.
11. E.Maloney. Northrop flying wings. Corona Del Mar, 1980.
12. E.Wooldridge. Winged wonders. The story of the flying wings. Washington, 1985. P. 123.
13. D.Whitecomb. Stability and control characteristics of the MX-334 glider. AAF technical report // NASM Archives.
14. J.Northrop. The development of all-wing aircraft. Address before the Royal Aeronautical Society (London), 29.05.1947 // NASM Archives.
15. Подробнее об этих проектах можно узнать из книги: K.Kens, H.Nowarra. Die deutschen Flugzeuge 1933–1945. M nchen, 1961.
16. Г.П.Пауэлл. Испытательный полет. М., 1959. С. 222.
17. A.J.Jackson. De Havilland aircraft since 1909. London, 1978. P. 465–468.

18. Когда шло проектирование DH-108, предполагалось, что он послужит прообразом для истребителя и реактивного пассажирского самолета.
19. E.Brown. Wings on my sleeve. Shrewsbury, 1978. P. 117.
20. M.Sadoff, A.S.Crossfield. A flight evalution of the of the stability and control of the X-4 swept-wing semitailless airplane // NACA Research Memorandum. Washington, 1954.
21. И.Кудишин. "Абордажная сабля" или "бесхвостое недоразумение" // Крылья Родины. 1994. № 10. С. 16.
22. РГАЭ. Ф. 8044. Оп. 1. Д. 1558. Л. 46; Д. 1795. Л. 42.
23. G.Smith. Turbines and the flying wings // Flight. 1943. № 1794. P. 496—498; Post-war design prospects // Aeronautics. 1944. № 4. P. 44—46.
24. O.Tapper. Armstrong Whitworth aircraft since 1913. London, 1973. P. 287—296.
25. Canadian flying wing // Aeroplane Monthly. 1976. August. P. 403—405.
26. C.Barnes. Short aircraft since 1900. London, 1989. P. 441—446.

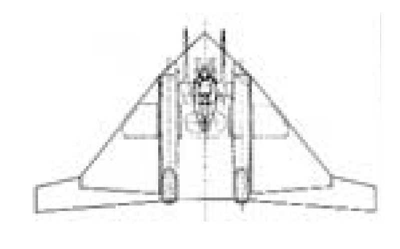
13

ДЕЛЬТА-КРЫЛО

История самолетов с треугольным крылом малого удлинения берет начало от винтомоторной "Стрелы" А.С.Москалева, о которой подробно рассказывалось в одной из глав. Из-за сравнительно невысоких скоростей самолетов 30-х годов новая схема не получила тогда развития. Однако интуиция подсказывала изобретателям, что для "прорыва" к около- и сверхзвуковым скоростям форма, напоминающая наконечник стрелы, является наилучшей. Поэтому, когда в годы второй мировой войны появились самолеты с ракетными, а затем и с турбореактивными двигателями, концепция дельта-крыла вновь начала будоражить умы конструкторов-новаторов. Горизонтальное оперение отвергалось: во-первых, это источник дополнительного сопротивления, во-вторых, его трудно расположить так, чтобы на него не влиял сходящий с крыла воздушный поток, а в-третьих, форма треугольника с острой вершиной позволяет получить большое расстояние от центра тяжести до расположенных на задней кромке рулей и, следовательно, обеспечивает "бесхвостке" нормальную управляемость.

Первые в нашей стране проекты реактивных самолетов с треугольным крылом появились в 1942—1944 гг. Так как в то время авиапромышленность СССР напрягала все силы для пополнения потерь обычных самолетов и ей было не до "экзотики", проекты сверхскоростных "бесхвосток" разрабатывались в инициативном порядке и нередко носили эскизный характер.

Автором первого проекта реактивной "треуголки" был Роберт Людвигович Бартини. В 1942 г., находясь под арестом НКВД и работая в полутюремных условиях в одном из сибирских городов над совершенствованием авиационной техники, он предложил построить истребитель-перехватчик типа "летающее крыло" с треугольным крылом размахом 6,8 м. Самолет имел условное обозначение "Р". Интересной особенностью конструкции являлось использование внешних, не занятых топливом, отсеков крыла в качестве плоских прямоточных воздушно-реактивных двигателей (ПВРД). Расчетная скорость "Р" была 1000 км/ч.[1]



Проект реактивного истребителя Б.И.Черановского

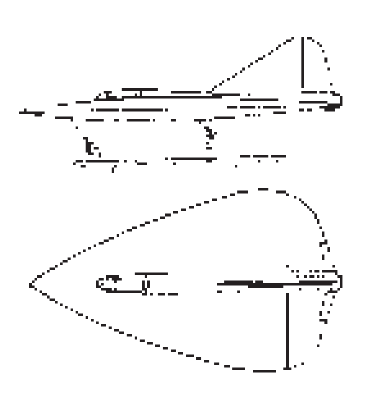
Над созданием реактивных "бесхвосток" с треугольным крылом малого удлинения размышляли в годы войны также С.П.Королев и Б.И.Черановский. Истребитель Королева "РУ" (1944 г.) с жидкостным ракетным двигателем был рассчитан на 30-минутный полет, во время которого планировалось достичь высоты 15000 м.[2] Черановский в 1944 г. предлагал построить истребитель-"летающее крыло" с двумя турбореактивными двигателями и с большими, выступающими за крыло элевонами. Максимальная скорость полета — 800 км/ч.[3]

Однако наибольший интерес представляет проект А.С.Москалева "РМ" — истребитель с очень малым удлинением крыла. Он был разработан в 1944—1945 гг. как развитие довоенного проекта "Сигма". Двухкамерный ЖРД с тягой 1500 кгс по расчетам Москалева мог обеспечить самолету скорость 2200 км/ч — в два раза больше, чем скорость звука!

В докладной записке, направленной в 1945 г. на имя Народного комиссара авиационной промышленности СССР А.И.Шахурина, Москалев писал:

"Проект наиболее полно и правильно решает задачи получения звуковых и сверхзвуковых скоростей с точки зрения аэродинамики, прочности и безопасности полета: самолет "РМ" имеет совершенную аэродинамическую форму на Y_{max}, являясь, по существу, крылом без всяких надстроек и фюзеляжа (кроме киля), с относительно тонким профилем дужки; форма самолета-крыла обеспечивает минимальный вес конструкции, вибропрочность, продольную устойчивость, управляемость и отсутствие "скоростного бафтинга".

...Предварительные расчеты и опыт зарубежного самолетостроения, нащупывающего схемы, близкие предлагаемой мною, убеждают в целесообразности и необходимости форсированной постройки опытного экземпляра самолета, т.к. естественно предположить появление за рубежом в ближайшее время самолетов аналогичных схем."[4]



Проект сверхзвукового истребителя "РМ".

Призыв Москалева не получил поддержки, и сверхзвуковые "бесхвостки" появились не у нас, а в других странах. Уже в конце войны в Германии вплотную подошли к созданию таких самолетов. Их авторами были хорошо известные читателю Александр Липпиш и братья Хортен.

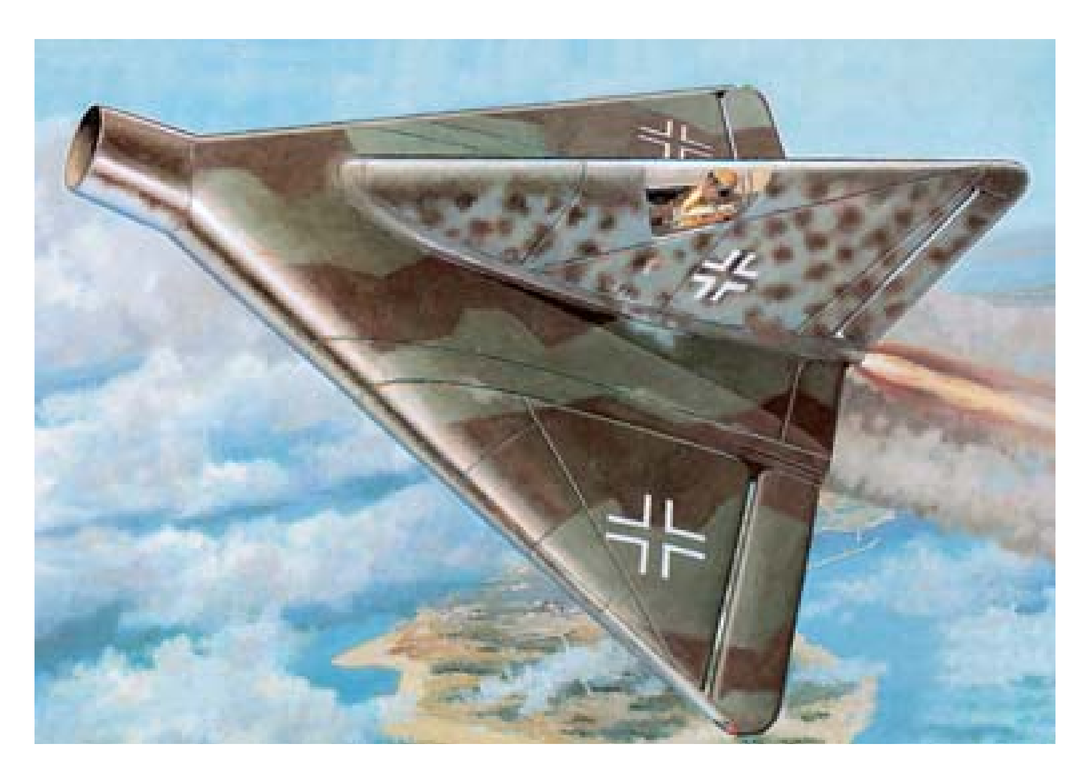
Работы по сверхзвуковому истребителю Р-13 с прямоточным воздушно-реактивным двигателем Липпиш вел в Вене, где с 1943 г. возглавлял Авиационный исследовательский институт. В своих мемуарах он отмечает:

"В 1942 г., занимаясь программой Ме-163, я начал исследования проблем сверхзвукового полета. Это привело меня к концепции дельта-крыла с очень малым размахом, углом стреловидности 60^0 и с очень тонким профилем. Мы изготовили продувочную модель для малой сверхзвуковой аэродинамической трубы Геттингенского института. Однако специалисты института посчитали, что предложенная конструкция не представляет практического интереса, и исследования были отложены до 1943—1944 гг. Их выполнили только после того, как я послал в Геттинген одного из своих инженеров для проверки параметров проектируемого самолета. Они заключались в изучении характеристик на больших околозвуковых скоростях и на сверхзвуке. Предложенная мной схема в настоящее время используется на сверхзвуковых самолетах.

Параллельно с разработкой аэродинамической схемы мы занимались выбором экономичной силовой установки для сверхзвукового самолета. В 1912 г. француз Лорен получил патент на прямоточный двигатель. Это изобретение значительно опередило время, так как такой метод создания пропульсивной силы возможен только при около- или сверхзвуковых скоростях полета. В связи с тем, что в ПВРД сжатие в камере сгорания обеспечивается торможением скоростного потока, двигатель не имеет вращающихся и поступательно движущихся частей. Поэтому его внешняя форма не обязательно должна иметь цилиндрические очертания и внутренний объем толстого дельта-крыла с малым размахом вполне можно было использовать в качестве камеры сгорания. Реактивная струя, вытекающая через щель в задней кромке, могла применяться также для управления самолетом. Воздух попадал в крыло через диффузор. Мы назвали такую комбинацию крыла и двигателя "тянущее крыло"".[5]

Из-за нехватки в Германии в конце войны жидкого топлива конструкторская группа Липпиша предложила использовать для горения спрессованную в брикеты угольную пыль.

Министерство вооружения поддержало идею выпуска этого необычного, но многообещающего самолета. Так как результаты продувок показывали, что лобовое сопротивление дельтавидной "бесхвостки" при М=1 примерно вдвое меньше, чем у обычного самолета, предполагалось, что Р-13 сможет летать со



Так должен был выглядеть истребитель А.Липпиша Р-13.

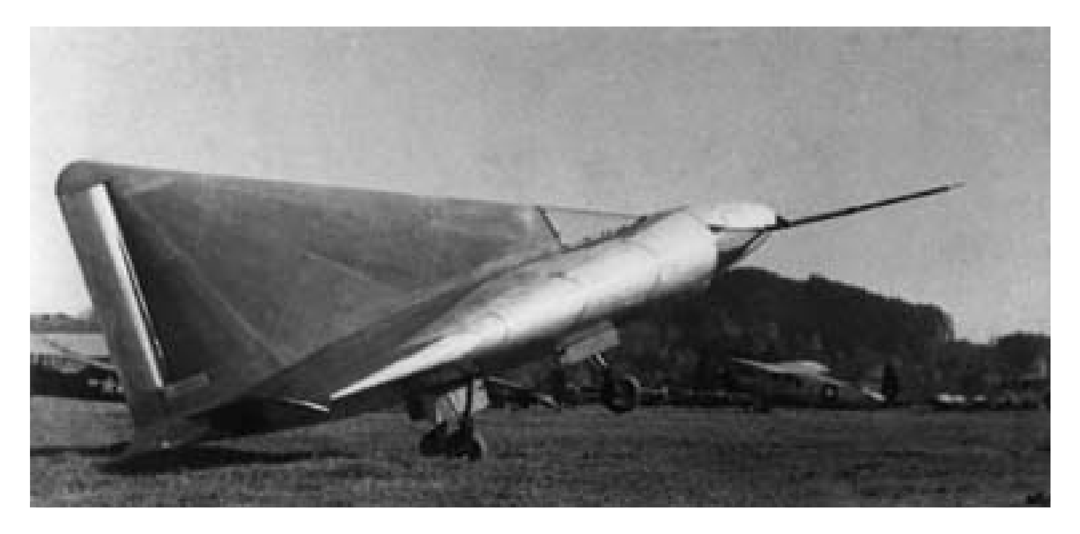
скоростью 1650 км/ч — почти в два раза быстрее, чем Ме-163В. В связи с тем, что ПВРД создает тягу только при движении самолета, для взлета и набора скорости намеревались использовать два пороховых ракетных двигателя.

Р-13 должен был иметь металлическую конструкцию. Летчик располагался в кабине в основании необычно большого киля. Вооружение состояло из двух 30-мм пушек. Согласно проекту, размах крыла равнялся 6 м, площадь — 20 м^2, удлинение — 1,8, длина самолета — 6,7 м, взлетный вес — 2300 кг.

Для изучения пилотажных характеристик самолета Липпиш в конце 1944 г. начал постройку его безмоторного аналога. В работе участвовали студенты авиационных институтов Дармштадта и Мюнхена, поэтому планер получил обозначение DM-1. Он имел деревянную конструкцию, а по размерам был такой же, как Р-13. Крыло — со стреловидностью 60^0, профиль — симметричный, с относительной толщиной 15%. Площадь киля равнялась 42% от площади крыла, его относительная толщина была 19%. Большие размеры вертикального оперения были обусловлены задачей сохранения путевой устойчивости и управляемости при полете на больших углах атаки, типичных для "бесхвостки" с крылом малого удлинения, а также особенностью компоновки самолета: с кабиной пилота внутри киля. Для управления применялись элевоны и обычный руль направления, имелись также небольшие поверхности для продольной балансировки.

Предполагалось, что DM-1 будет подниматься на высоту самолетом-носителем, затем "треуголка" будет совершать самостоятельный планирующий полет. Для компенсации нарушения балансировки аппарата на околозвуковых скоростях (их рассчитывали достичь при крутом пикировании) была предусмотрена перекачка воды, используемой в качестве балласта, из носового бака в хвостовой.

Строительство DM-1 велось на аэродроме небольшого баварского городка Приен. 3 мая 1945 г. почти законченный аппарат попал в руки американских войск.

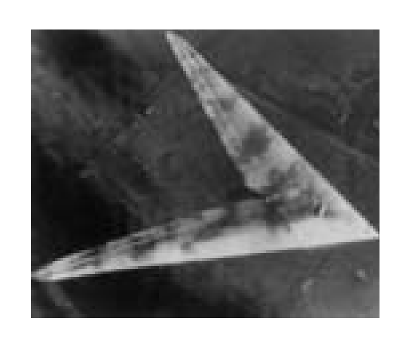


Экспериментальный планер DM-1 на захваченном американцами аэродроме.

В конце войны братья Хортен также планировали создать сверхзвуковой истребитель-"бесхвостку" Ho.XIIIb с крылом малого удлинения. Он должен был быть снабжен турбореактивным двигателем HeS-011 с тягой 1300 кгс. Относительная толщина профиля была меньше, чем у самолета Липпиша — 7%; угол стреловидности крыла составлял 70^0. Планировалось, что Ho.XIIIb будет преодолевать сверхзвуковой барьер в пикировании, а затем переходить в горизонтальный полет со скоростью, соответствующей $M=1{,}4$. Чтобы летчик мог выдержать огромные перегрузки при выходе из пикирования со сверхзвуковой скоростью, его намеривались поместить лежа в специальной капсуле, заполненной водой.

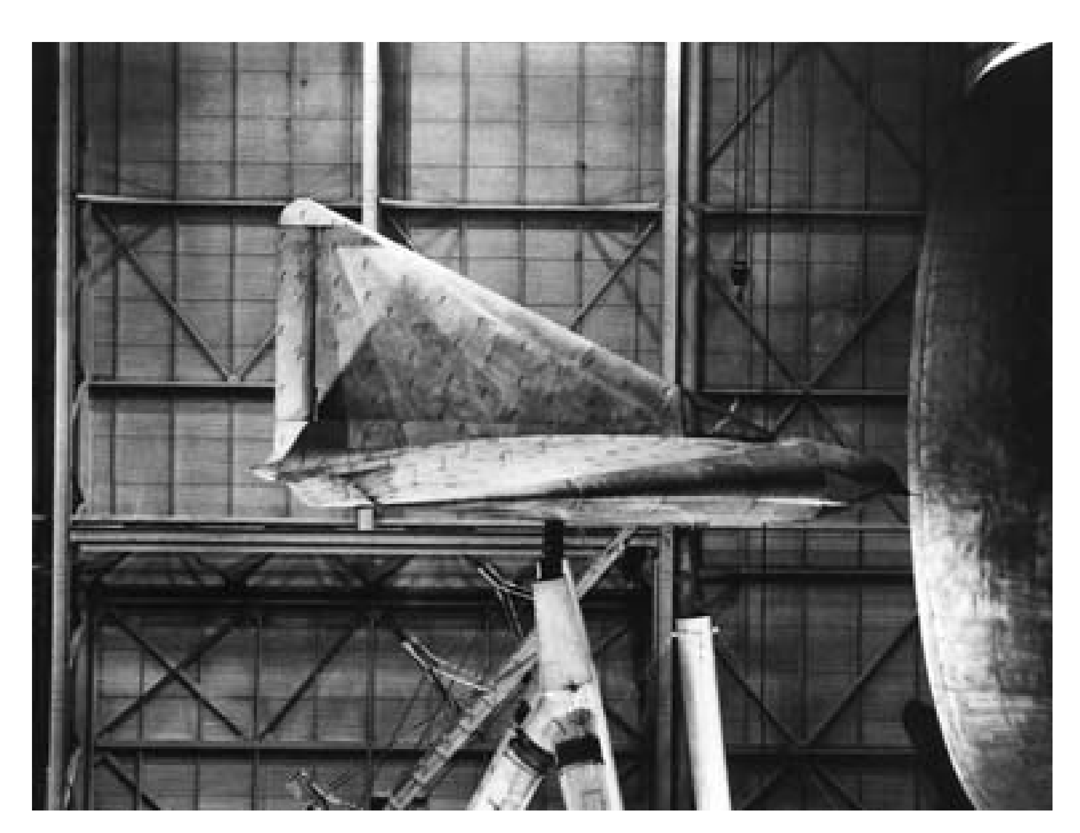
В качестве первого шага Хортены построили экспериментальный планер Ho.XIII. При этом использовалось крыло от Ho.III, но угол стреловидности увеличили до 60^0, поэтому размах Ho.XIII был только 12 м. Гондолу пилота разместили снизу под крылом, в месте излома задней кромки. Обзор получался неважный, зато в аварийной ситуации покинуть аппарат было очень просто: задняя часть яйцевидной гондолы отсоединялась и вместе с человеком отделялась от планера. Вес планера с пилотом равнялся 400 кг.

Ho.XIII испытывали в полете дважды. Первый раз это произошло 27 ноября 1944 г., управлял планером военный летчик Г.Штребель. Второй полет состоялся 18 декабря. Из-за невысокого аэродинамического качества скорость снижения была довольно велика и продолжительность полетов после отцепления от самолета-буксировщика не превышала 10 минут. Летчик отмечал, что при увеличении скорости до 150 км/ч и более планер плохо слушался элевонов. По всей вероятности, виной тому было интенсивное перетекание потока по размаху, вызванное большой стреловидностью. Приземляться было трудно из-за плохого обзора; во втором полете летчик не смог правильно рассчитать посадку и планер выскочил за пределы аэродрома. На этом эксперименты прекратили.[6]



Планер Хортен Ho.XIII отличался необычно большой стреловидностью крыла.

В 1945 г. Ho.XIII был уничтожен бывшими заключенными расположенного поблизости концентрационного лагеря. Планеру Липпиша повезло больше: по рекомендации авторитетного американского ученого-аэродинамика Теодора фон Кармана, посетившего Германию для знакомства с трофейными образцами немецкой авиационной техники, DM-1 достроили и переправили в США для дальнейших исследований. Туда же перевезли А.Липпиша и других немецких авиационных специалистов.



DM-1 в аэродинамической трубе в НАКА.

В начале 1946 г. DM-1 поместили для испытаний в большую аэродинамическую трубу НАКА. Результаты продувок разочаровали ученых: подъемная сила оказалась вдвое меньше расчетной, лобовое сопротивление — слишком большим, путевая устойчивость — низкой. После того, как профиль модифицировали, придав ему спереди заостренную форму, аэродинамические характеристики несколько улучшились, однако из-за предполагаемых плохих посадочных свойств от полетов на планере решили отказаться.[7] Аппарат передали на хранение в Смитсонианский институт в Вашингтоне, где он находится и в наши дни.

Несмотря на то, что результаты аэродинамических исследований DM-1 не внушали особого оптимизма, сама концепция применения треугольного крыла малого удлинения на скоростном самолете запала в умы ряда американских авиаконструкторов. Свою роль сыграли и многочисленные лекции Липпиша для авиационных специалистов в Америке, в которых он рассказывал о потенциальных преимуществах дельта-крыла, и публикация трофейных материалов о результатах продувок модели такого крыла в сверхзвуковой аэродинамической трубе в Геттингене.[8]

Пионерами в разработке реактивных "бесхвосток" с треугольным крылом в США стали фирмы Конвэр и Дуглас. Исследования в этом направлении там начали одновременно, в 1946 г., однако подходы к проектированию самолетов существенно отличались.

Конструкторы фирмы Конвэр Ф.Дэвис, А.Бурштейн и Р.Шик занимались созданием сверхзвукового истребителя-перехватчика XP-92. Требования к такому самолету были сформулированы руководством ВВС США в сентябре 1945 г. XP-92 должен был иметь комбинированную силовую установку (ЖРД+ВРД) и был рассчитан на полет со скоростью 1325 км/ч на высоте 15200 м (М=1,25). Взлет должен был происходить с отделяемой тележки, как на Ме-163.

После изучения нескольких компоновок остановились на "бесхвостке" с треугольным крылом со стреловидностью 60^0. Свою роль в выборе схемы сыграла встреча с А.Липпишем. "Летом 1946 г., когда я был в Райт-Филде (испытательный центр ВВС США — *Д.С.*), — вспоминает Липпиш, — приехал мистер Шик из фирмы Конвэр. Он намеревался обсудить схему нового истребителя, разрабатываемого для ВВС. Сотрудники "Конвэра" провели исследование большого числа различных конфигураций. Они подготовили длинный перечень альтернативных вариантов, сопроводив их чертежами. Мистер Шик хотел обсудить со мной эти проекты и узнать, какой я считаю лучшим. Среди различных схем была схема с дельта-крылом и, в конце концов, я заверил Шика, что эта конфигурация лучше других. Я показал ему наши расчеты и изложил теоретические взгляды на дельта-крыло, как решение проблемы создания сверхзвукового самолета."[9]

Поддержка Липпиша придала уверенности конструкторам. Однако, в отличие от DM-1, на истребителе решили установить тонкое крыло, с относительной толщиной всего 6,5%; форма треугольника с небольшим размахом обеспечивала необходимую жесткость конструкции крыла.[10]

После того, как в августе 1947 г. ВВС отказались от идеи создания "полуракетного" истребителя-перехватчика, накопленный технический задел решили использовать для постройки экспериментального самолета с турбореактивным двигателем. Эта машина должна была помочь в изучении пилотажных свойств бесхвостого самолета с треугольным крылом малого удлинения на до- и околозвуковых скоростях. Самолету дали обозначение XF-92A.

XF-92A имел крыло, спроектированное для XP-92, а вот фюзеляж пришлось сделать другим. В нем разместили ТРД Аллисон J-33-A-21 с тягой 1820 кгс.

Как все послевоенные реактивные самолеты, XF-92A имел цельнометаллическую конструкцию. Крыло — треугольное, с заостренной передней кромкой. Его размах был равен 9,5 м, удлинение — 2,3. Всю заднюю кромку крыла занимали элевоны. Для продольной балансировки в горизонтальном полете они должны были отклоняться вверх на угол примерно 3^0. Большой киль треугольной формы был снабжен рулем направления. Система управления — бустерная. Но если на других самолетах бустеры, включенные в привод к аэродинамическим рулям, выполняли роль помощника, частично снимающего нагрузку с педалей и ручки управления, то на XF-92A систему управления выполнили по так называемой необратимой бустерной схеме: отклоняя ручку, летчик управлял только золотниками, регулирующими подачу гидросмеси в цилиндры, отклоняющие рули.

18 сентября 1948 г. Э.Шаннон поднял машину в воздух. Полет продолжался 18 минут. Это был первый в мире полет реактивного самолета с треугольным крылом малого удлинения. Как и при испытаниях "Стрелы" А.С.Москалева, отмечался непривычно большой угол атаки в горизонтальном полете и, особенно, на взлетно-посадочном режиме. При этом наблюдались боковые колебания типа "голландский шаг". Продольная устойчивость претензий не вызывала.[11]

Испытания, проходившие под эгидой ВВС и НАКА, продолжались до 1953 г. В 1949 г. на самолете установили двигатель J-33-A-23 с тягой 2090 кгс (при форсировании — впрыске воды в камеру сгорания — тяга увеличивалась до 2450 кгс) и поставили фонарь кабины новой формы, обеспечивающий лучший обзор. В 1951 г. система форсажа двигателя была усовершенствована: теперь вместо воды происходил дополнительный впрыск топлива. Это позволило увеличить максимальную тягу до 3720 кгс. Однако скорости звука достичь не удалось: на высоте 14000 м самолет развивал М=0,95 (1009 км/ч). Преодолевать звуковой

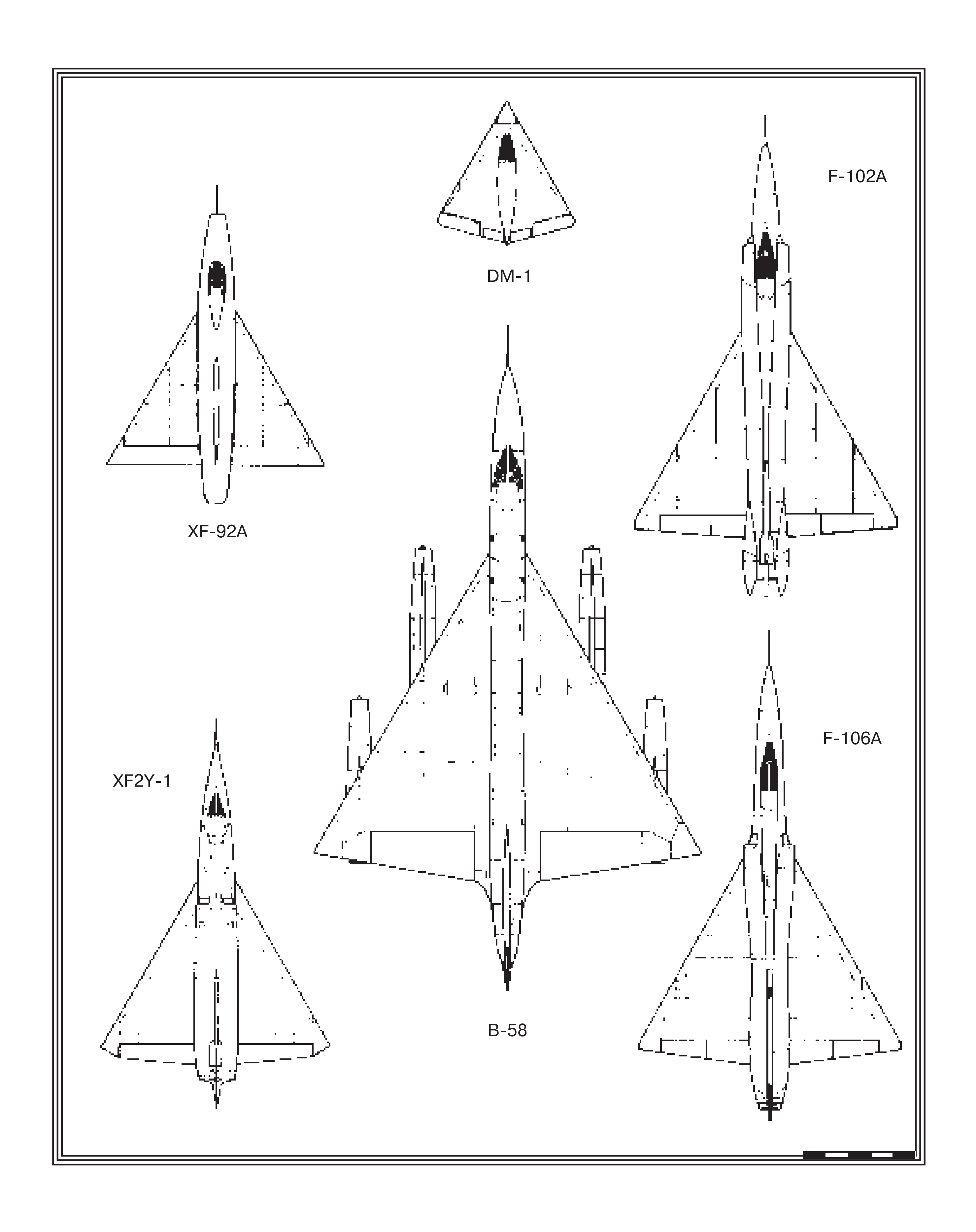


Первый в мире реактивный самолет с треугольным крылом XF-92A.

барьер можно было только при крутом пикировании. При этом проявились преимущества дельта-крыла. Летчик-испытатель Фрэнк Эверест пишет:

"Мы обнаружили, что самолет с дельтовидным крылом очень плавно переходит от дозвуковой к сверхзвуковой скорости. Самолеты F-94 с прямым крылом и F-86 со стреловидным крылом также испытывались в этом диапазоне скоростей. Оказалось, однако, что на них имела место сильная тряска и они хуже подчинялись управлению. F-92 не имел подобных недостатков. Было ясно, что он неплохо покажет себя на сверхзвуковой скорости. К тому же он имел меньшую нагрузку на крыло, благодаря чему увеличивался его практический потолок."[12]

Последний полет XF-92A состоялся 14 октября 1953 г. При посадке сложилась передняя стойка шасси и был поврежден фюзеляж. Так как "бесхвостка"


DM-1
F-102A
XF-92A
B-58
F-106A
XF2Y-1

уже выполнила программу испытаний, ее не стали вновь приводить в летное состояние, а, слегка подремонтировав, передали в Музей ВВС в Райт-Филде.

Всего на XF-92A было совершено 118 полетов общей продолжительностью 62 часа. В выводах по испытаниям указывалось, что устойчивость и управляемость самолета, в целом, удовлетворительные, а прирост аэродинамического сопротивления на околозвуковых скоростях меньше, чем на летательных аппаратах обычной схемы.[13]

Отмеченные испытателями достоинства "бесхвостки" с треугольным крылом малого удлинения делали очень заманчивым применение этой схемы на сверхзвуковом истребителе-перехватчике. Неудивительно поэтому, что когда испытания XF-92A были еще в самом разгаре, конструкторы фирмы Конвэр уже занимались созданием такого самолета.

Контракт с ВВС на разработку сверхзвукового истребителя-перехватчика Конвэр F-102 "Дельта Деггер" ("Треугольный кинжал") был заключен в 1951 г. Это должен был быть самолет, способный противостоять новому поколению советских реактивных бомбардировщиков. Требовалось, чтобы он имел потолок более 16000 м, скорость M=1,23 на высоте 10670 м и мог действовать при любых погодных условиях как днем, так и ночью. Начало поставок самолета на вооружение намечалось на 1954 г.

За основу боевой машины был взят XF-92. Истребитель имел такие же по форме крыло и киль. Однако вместо одного лобового воздухозаборника двигателя на F-102 применили два, по бокам фюзеляжа. В заостренной носовой части фюзеляжа установили радиолокатор. Для уменьшения аэродинамического сопротивления крыло сделали еще более тонким: теперь его относительная толщина составляла 5% у основания и 4% у концов. Из-за очень малой высоты профиля качалки рулей пришлось вынести за обводы нижней поверхности крыла и закрыть обтекателями. Для борьбы с перетеканием потока по размаху сверху на крыле установили аэродинамические гребни.

Управление рулями осуществлялось с помощью привычных уже гидроусилителей. Для улучшения динамической устойчивости (в частности — для устранения "голландского шага") применялись демпферы колебаний, автоматически отклоняющие рули для выдерживания прямолинейной траектории по командам бортовой гироскопической системы автостабилизации. Такие устройства получили затем самое широкое распространение в сверхзвуковой авиации.

В процессе проектирования выяснилось, что вес F-102 заметно превысит расчетный. Во многом это было связано с насыщенностью самолета радиоэлектронным оборудованием, а весило оно в те годы немало: только одна система управления огнем Хьюз MG-10 "потянула" на 770 кг. Попытка сэкономить вес за счет применения в некоторых местах фюзеляжа титановых сплавов и использования при изготовлении рулей и законцовок крыла так называемых "сотовых конструкций" (обшивка наклеивается на мелкие ячейки из алюминиевой фольги, напоминающие по форме пчелиные соты) не позволила полностью решить проблему. В конце концов пришлось пойти на замену двигателя Вестинхауз J-40, под который проектировался самолет, более тяжелым, но и более мощным ТРД Пратт-Уитни J-57. С этим двигателем подготовленный к полету самолет весил 11700 кг — почти вдвое больше, чем XF-92A.

Опытный экземпляр истребителя имел обозначение YF-102. Его первый полет состоялся 24 октября 1953 г. с базы ВВС Эдвардс. А всего через неделю, в седьмом полете, самолет разбился из-за отказа двигателя при взлете.

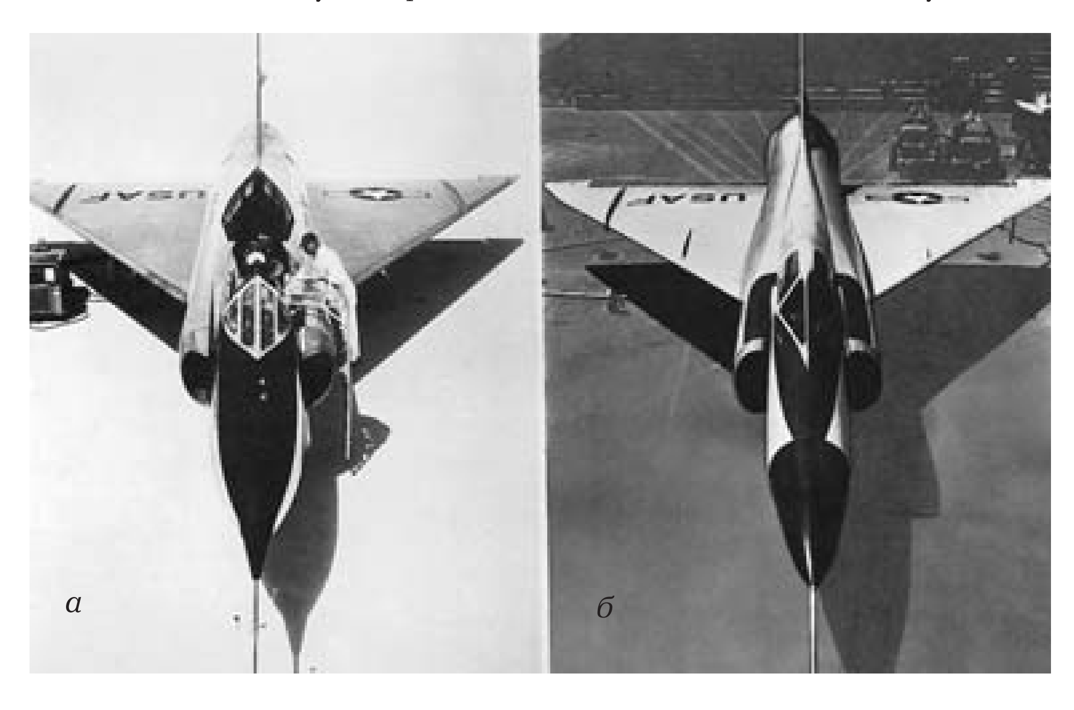
11 января следующего года начались полеты второго YF-102, одновременно велась подготовка к выпуску первой партии серийных машин. Однако ре-

зультаты испытаний опытного самолета оказались неважные. Ф.Эверест вспоминает:

"Вскоре после того, как в мае 1953 года были начаты испытания нового самолета серии "Сенчури" F-100, производимого фирмой Норт Америкен, в Эдвардс для проведения испытания первого этапа прибыл новый самолет F-102 фирмы "Конвэр". Летчик-испытатель Дик Джонсон был моим хорошим другом. Уволившись из ВВС, он работал главным летчиком-испытателем фирмы "Конвэр". Я сопровождал Джонсона [на другом самолете — *Д.С.*] во время его первых полетов, когда он определял устойчивость и управляемость F-102. После того как обнаруженные нами недостатки были устранены, мы снова поднялись в воздух с целью достичь сверхзвуковой скорости в горизонтальном полете. К нашему удивлению, самолет не смог достичь скорости звука. Это было большим разочарованием как для ВВС, так и для командования ПВО, ибо они рассчитывали, что F-102 станет тем самым сверхзвуковым всепогодным перехватчиком, который был так необходим.

То, что новый перехватчик с дельтавидным крылом не достиг расчетной скорости, было серьезным ударом как для ВВС, так и для фирмы-изготовителя. Пока в ВВС рассматривался вопрос о целесообразности продолжения работы над F-102, производство его было прекращено. Национальный консультативный комитет по вопросам авиации, участвовавший в рассмотрении проекта самолета и неоднократно утверждавший, что F-102 не сможет достичь сверхзвуковой скорости, оказался прав. Было очевидно, что если F-102 по своим летным данным не смог превзойти истребитель F-86D, который он должен был заменить, то нет смысла продолжать над ним работу.

Однако, к счастью для многих, F-102 был спасен. Инженер вышеупомянутого комитета Ричард Уиткомб провел ряд испытаний самолета в аэродинамической трубе, в результате чего была изменена форма его фюзеляжа. Уиткомб обнаружил, что самолет, имеющий суженное сечение фюзеляжа в местах пристыковки крыльев, будет иметь меньшее лобовое сопротивление и, следовательно, большую скорость. Это особенно относится к такому самоле-



Истребитель Конвэр F-102 до (а) и после (б) модификации.



Серийный F-102A.

ту, как F-102, у которого массивное дельтавидное крыло значительно увеличивало лобовое сопротивление."[14]

Идея, выдвинутая Р.Уиткомбом, получила название "правила площадей". Впоследствии она нашла воплощение в конструкции большинства сверхзвуковых самолетов. Применительно же к F-102 "правило площадей" позволило на 20% снизить сопротивление самолета при M=1. Еще 10% выигрыша дало удлинение более чем на три метра передней части фюзеляжа и изменение формы фонаря кабины.[15]

В процессе модификации для улучшения срывных характеристик была применена коническая крутка крыла, т.е. постепенно увеличивающийся от основания к концам отгиб передней кромки вниз. В результате наиболее подверженные срыву концевые части крыла теперь рассекали воздух под меньшим углом атаки, а это снизило опасность потери эффективности элевонов. Кроме этого, коническая крутка передней кромки так меняла распределение подъемной силы по размаху, что индуктивное сопротивление крыла на дозвуковых скоростях становилось меньше.

Доработки заняли около четырех месяцев. Новому, аэродинамически "облагороженному" варианту самолета дали обозначение F-102A. 20 декабря 1954 г. он впервые поднялся в воздух, а уже на следующий день преодолел в горизонтальном полете на высоте 10000 м заветный "звуковой барьер". Его максимальная скорость составила 1295 км/ч (M=1,22), практический потолок — 16150 м.

На этот раз характеристики перехватчика соответствовали требованием военных и было принято решение начать его серийное производство. С июня 1955 г. по октябрь 1958 г. на заводе фирмы Конвэр в Сан-Диего выпустили около 1000 F-102A, из них 111 — в двухместном тренировочном варианте TF-102A. Это был первый в истории авиации самолет с треугольным крылом, принятый на вооружение, и первая в мире сверхзвуковая "бесхвостка".

На протяжении нескольких лет F-102 составлял основу авиационных частей ПВО США. В соответствии с господствующими в те годы взглядами на

применение авиации он не имел пушечного вооружения и нес только реактивные снаряды: 6 управляемых (УРС), расположенных в специальном отсеке за кабиной, и 12 неуправляемых (НУРС). Система наведения и управления огнем была самой современной. После взлета и вплоть до сближения с целью на расстояние 30 км управление самолетом осуществлялось с помощью наземной станции наведения. После этого самолет "вела" бортовая система наведения. На расчетной дистанции автоматически производился залп ракетными снарядами. Управление машиной при возвращении на базу также осуществлялось с помощью наземной станции. Таким образом, в течение большей части полета на перехват противника функции летчика сводились, в основном, к наблюдению за правильностью работы автоматических устройств.

В конце 50-х годов на смену F-102 пришел новый истребитель-перехватчик Конвэр F-106 "Дельта Дарт" ("Треугольный дротик"). Благодаря более мощному двигателю Пратт-Уитни J-75 и улучшенной аэродинамике он развивал скорость М=2, что соответствует 2136 км/ч на высоте 10700 м. Новая электронная система управления полетом не только обеспечивала автоматический перехват цели, но взлет и заход на посадку также могли происходить без участия летчика, по командам от наземных станций.

Разработка F-106 началась почти одновременно с проектными работами по "Дельта Деггер". Предполагалось, что это будет усовершенствованный вариант F-102А, отличающийся лишь более сильным двигателем. Поэтому первоначально самолет фигурировал под обозначением F-102В. Однако в ходе проектирования машина аккумулировала в себе столько изменений, что, фактически, получился новый самолет. В 1956 г. ВВС присвоили ему индекс F-106А.

Как отмечалось, F-102 модифицировался под "правило площадей", так сказать, в экстренном порядке, когда уже было построено два опытных образца и полным ходом шла подготовка к серийному выпуску. При создании же F-106 конструкторы, вооруженные накопленным опытом, смогли заранее предусмотреть все особенности аэродинамической компоновки сверхзвукового истребителя-"бесхвостки". Поэтому новый перехватчик, при той же, как у F-102 общей схеме, отличался большей "чистотой" и продуманностью форм. Носовая часть стала более вытянутой, "иглообразной". Воздухозаборники перенесли назад, к основанию крыла. Это не только уменьшило длину воздуховодов, но и улучшило обзор из кабины. С боков сопловой части фюзеляжа исчезли бульбообразные наросты, необходимые у F-102 для плавного перехода площади поперечных сечений — краеугольного камня "правила площадей". Вместо этого на F-106 увеличили диаметр сопла и изменили форму киля; очертания и размеры крыла остались без изменений.

Первый вылет на F-106А произошел на следующий день после Рождества — 26 декабря 1956 г. В феврале 1957 г. начались испытания второй машины, уже с вооружением. Чрезвычайно сложная электронная система наведения и управления огнем, а также еще "сырой" ТРД J-75 потребовали длительных доводок, поэтому испытания затянулись на два года и в части самолет стал поступать только в 1959 г. 15 декабря 1959 г. Д.Роджерс установил на нем абсолютный рекорд скорости — 2456 км/ч. Этот рекорд продержался три года.

F-106 имел радиус действия 790 км, скороподъемность у земли 217 м/с, практический потолок 17400 м. В отсеке вооружения самолет мог нести одну неуправляемую ядерную ракету и 4 УРС "Фалкон".

До конца 1960 г. было изготовлено 340 F-106, из них 63 — двухместных (F-106В). Они стояли на вооружении ПВО США до середины 80-х годов, когда их заменили на истребители нового поколения F-15 и F-16. Так что F-106 вполне можно отнести к самолетам-"долгожителям".

Небезынтересно сравнить аэродинамические характеристики "бесхвостки" F-106 и другого истребителя "сотой" серии — F-105, построенного по "классической" схеме. Согласно данным, приведенным в книге сотрудника НАСА Л.Лофтина, F-106A имел вдвое меньший коэффициент минимального лобового сопротивления — 0,0083 (у F-105G — 0,017).[16] По весу самолеты были близки, на них стоял один и тот же двигатель и, казалось бы, более "аэродинамичный" F-106 должен быть и более скоростным. Однако машины имели практически одинаковую максимальную скорость. Объясняется это тем, что из-за ограничения по посадочной скорости площадь крыла "бесхвостки", имеющей, в силу специфики данной схемы, меньший $C_{у\ пос}$, должна была быть больше. А с увеличением площади, как известно, растет и лобовое сопротивление. Если учесть, что у F-105 площадь крыла равнялась 35,8 $м^2$, а у F-106 — 64,8 $м^2$, то становится понятным, почему оба самолета развивали одинаковую максимальную скорость. Так что малый коэффициент лобового сопротивления — это еще не все...

Одновременно с постройкой "сухопутных" истребителей фирма Конвэр предприняла попытку создать, используя ту же аэродинамическую схему, сверхзвуковой гидросамолет — XF2Y-1 "Си Дарт" ("Морской дротик"). Проектирование его началось в январе 1951 г. по контракту с авиационно-техническим управлением ВМС США.

Было ясно, что обычные поплавки создают слишком большое сопротивление и не позволят выйти на сверхзвук. Инженеры "Конвэра" нашли оригинальное решение: самолет решили поставить на две плоские гидролыжи, убирающиеся после взлета в ниши в фюзеляже. Благодаря герметичному фюзеляжу "Си Дарт" мог находиться на плаву до тех пор, пока не достигнет скорости, при которой действующие на лыжи гидродинамические силы "вытолкнут" корпус самолета из воды.

Экспериментальный образец гидроистребителя был спущен на воду залива Сан-Диего в конце 1952 г. 9 апреля следующего года ведущий летчик-испытатель фирмы Конвэр Э.Шэннон совершил на нем первый полет.

Самолет был снабжен двумя ТРД Вестингауз J-34 с тягой по 1540 кгс. Для предотвращения попадания воды в двигатели при движении по воде их установили в верхней части фюзеляжа, над крылом. Разбег самолета составлял почти 2 км, но это было не страшно — океан, в отличие от аэродрома, безграничен. Скорость отрыва от воды составляла 230 км/ч.

3 августа 1954 г. Чарльз Ричборг на втором XF2Y-1 с двигателями Вестингауз J-46 (тяга на форсаже — 2720 кгс) в пологом пикировании преодолел "звуковой барьер". Это давало основания надеяться, что в скором времени удастся превысить скорость звука в горизонтальном полете. Руководство ВМС уже подготовило контракт на постройку 12 предсерийных гидроистребителей. Но все планы спутала катастрофа, случившаяся 4 ноября 1954 г. во время демонстрации XF2Y-1 №2 представителям прессы. Во время полета на небольшой высоте со скоростью около 900 км/ч самолет вдруг начал сильно раскачиваться в вертикальной плоскости и разломился на части. Ричборг не смог катапультироваться и погиб. Причиной случившегося сочли резонансные колебания, возникшие в результате случайной раскачки самолета пилотом, управлявшим рулями с помощью весьма еще несовершенной бустерной системы необратимого типа.

После катастрофы ВМС сократили заказ до 3 машин. Из них летала только одна. Выполнять испытания на максимальную скорость не рисковали, вместо этого отрабатывалась техника взлета и посадки в открытом море. Из-за сильных вибраций при движении по волнам это оказалось очень непростым делом. Б.Лонг, принимавший участие в этих испытаниях, пишет: "Во время разбега

Самолеты F-106 многие годы находились на вооружении ПВО США.


U.S. AIR FORCE
80772
U.S. AIR FORCE
90109
U.S. AIR FORCE
USAF
0-80773
U.S. AIR FORCE
USAF



"Си Дарт" — попытка создания сверхзвукового гидросамолета.

при высоте волн всего в два дюйма я испытывал перегрузку в 5,5 g, возникающую с частотой 15—17 раз в секунду. Из-за такой вибрации я почти ничего не видел и для взлета почти вслепую тянул на себя ручку управления и перемещал дроссель двигателей на форсажный режим."[17] Что же говорить об ощущениях летчика во время движения при большой волне!

Чтобы уменьшить вибрации, вместо двух лыж на самолете установили одну, придав ей в поперечном сечении V-образную форму. Тряска при разбеге и пробеге стала заметно слабее, но возникли проблемы с обеспечением поперечной устойчивости при глиссировании на малых скоростях.

Испытания XF2Y-1 продолжались до конца 1957 г., было выполнено около 300 рулежек и полетов. Из-за сложной техники взлета и посадки и сомнениях в его способности выходить на сверхзвук самолет в конце концов признали непригодным для практических целей. Сейчас один из "Си Дартов" можно видеть в Аэрокосмическом музее в Сан Диего, другой находится в запасниках Национального аэрокосмического музея США (Вашингтон).

Наиболее дорогостоящей и технически сложной "бесхвосткой" фирмы Конвэр стал сверхзвуковой бомбардировщик B-58 "Хаслер" ("Энергичный"). Проектные работы по нему развернулись в начале 50-х годов, после объявления ВВС конкурса на дальний сверхзвуковой носитель ядерного оружия.

Создание сверхзвукового бомбардировщика являлось намного более сложной технической задачей по сравнению с разработкой сверхзвукового истребителя-перехватчика. Помимо малого волнового сопротивления и большой тяги двигателей от бомбардировщика требовались значительно б льшие дальность и грузоподъемность. Кроме того, из-за трения и сжатия воздуха в



Полноразмерный макет первого варианта бомбардировщика B-58 (1952 г.).

скачках уплотнения при продолжительном полете со сверхзвуковой скоростью конструкция самолета нагревалась, поэтому необходимо было предусмотреть защиту внутренних систем и оборудования от перегрева.

Самой трудной проблемой было обеспечение большой дальности полета. Тонкое треугольное крыло малого удлинения имеет небольшое волновое сопротивление, но его аэродинамическое качество также весьма мало. При переходе на сверхзвук из-за образования скачков уплотнения качество снижается примерно в два раза. К тому же, на сверхзвуковом режиме полета повышается расход топлива двигателем. Таким образом, для достижения той же дальности сверхзвуковой бомбардировщик должен был иметь на борту в несколько раз больше топлива, чем его дозвуковой собрат с обычным стреловидным крылом.

Вначале "Конвэр" разрабатывала следующий вариант: четырехдвигательный бомбардировщик с атомной бомбой преодолевал часть расстояния "на спине" дозвукового носителя B-36, затем отсоединялся и выполнял сверхзвуковой бросок к цели. Однако медленно летящий "составной" самолет был слишком легкой добычей для истребителей, поэтому от этой идеи отказались. В 1953 г. было решено строить полностью автономный сверхзвуковой бомбардировщик. Согласно условиям ВВС, он должен был нести боевую нагрузку 4,5 т, обладать радиусом действия 4260 км и иметь максимальную скорость M=2,1.

Программа создания B-58 продолжалась три года и была одной из самых дорогостоящих в истории авиации США. В проектировании и изготовлении самолета кроме 1300 инженеров фирмы Конвэр участвовали сотни организаций-субподрядчиков. В общей сложности на разработку бомбардировщика ушло 9,34 миллионов человеко-часов.

За основу аэродинамической компоновки самолета была взята схема истребителя F-102A. Кроме меньшего волнового сопротивления схема "бесхвостка" с дельтавидным крылом позволяла снизить потери подъемной силы на балансировку в сверхзвуковом полете по сравнению с самолетом обычной схемы.[18] Для того, чтобы еще больше "сгладить" влияние сдвига фокуса крыла на сверхзвуковой скорости, B-58 оборудовали системой автоматической перекачки части топлива в специальный хвостовой бак: перемещение центра тяжести отчасти компенсировало сдвиг фокуса назад. Передняя часть крыла, так же, как на F-102A, имела коническую крутку и угол стреловидности 60^0.

Заданную максимальную скорость полета должны были обеспечивать четыре новейшие турбореактивные двигателя Дженерал Электрик J-79. На начальной стадии проектирования самолета их планировали установить в двух

сдвоенных гондолах под крылом, однако распределение поперечных сечений при такой схеме не соответствовало "правилу площадей". Поэтому в конце 1954 г. двигатели решили разместить по отдельности на четырех выдвинутых вперед пилонах. При этом удалось добиться компоновки, почти идеально отвечающей "правилу площадей".

Бомбардировщик делали в основном из обычных алюминиевых сплавов, но технология изготовления обшивки была новаторской. Обшивка имела слоеную конструкцию из тонких дюралевых листов, наклеенных на алюминиевый сотовый наполнитель, напоминающий пчелиные соты (в частях крыла, подверженных нагреву от реактивной струи двигателей, вместо алюминия применялась более жаропрочная нержавеющая сталь). Производство такой обшивки было трудоемким, но зато обеспечивало высокую жесткость и меньшую теплопроводность поверхности, а также снижало относительный вес конструкции планера самолета на 10—15%.

Управление элевонами и рулем направления осуществлялось с помощью необратимой гидравлической бустерной системы. Без этого пилотирование самолета было бы невозможно: при полете на максимальной скорости шарнирный момент элевона достигал 16500 кгм. Так же, как на F-102, система управления была в значительной степени автоматизирована и снабжена демпферами колебаний. Например, угол отклонения элевонов, необходимый для продольной балансировки самолета, мог устанавливаться автоматически. Наивыгоднейшую скорость захода на посадку, зависящую от веса аппарата, также определял бортовой вычислитель. Впервые в авиации приборы, управляющие полетом, были выполнены на основе полупроводников. Это позволило значительно уменьшить вес бортового оборудования.

Зауженный по условиям "правила площадей" фюзеляж, начиненный, к тому же, оборудованием и топливными баками, не оставлял места для бомбового отсека. Поэтому термоядерную бомбу весом около 3 т пришлось разместить в специальном контейнере под самолетом. Он имел длину 17,4 м и диаметр 1,5 м. Кроме бомбы контейнер мог вмещать более 10 т топлива. В полете топливо вырабатывалось, и бомба вместе с контейнером сбрасывалась на цель.

Экипаж включал трех человек: летчика, штурмана-бомбардира и оператора оборонительной системы, состоящей из хвостовой пушечной установки и средств для создания радиолокационных помех. Все они находились в отдельных герметичных кабинах. С 1962 г. вместо катапультируемых кресел кабины экипажа оборудовали индивидуальными спасательными капсулами, снабженными ракетными двигателями, амортизаторами, кислородной системой и надувными баллонами (на случай посадки на воду). Капсула обеспечивала покидание самолета на скоростях от 185 км/ч на нулевой высоте до 2100 км/ч на большой высоте. Первое испытание системы катапультирования на сверхзвуке прошло в марте 1962 г. Вместо человека в капсулу поместили медвежонка; он остался цел и невредим.

Из-за висящего под фюзеляжем "топливно-бомбового" контейнера шасси имело необычно большую высоту стоек. Колеса, наоборот, были очень маленькие, меньше, чем у легкового автомобиля — их диаметр составлял всего 0,56 м. Это было сделано для того, чтобы при уборке они могли уместиться в крыло, относительная толщина которого равнялась всего 3%. На каждую из боковых стоек крепилось по восемь колес, менее нагруженная передняя стойка несла два колеса.

Взлетный вес бомбардировщика составлял около 68 тонн, б льшая часть которого приходилась на топливо: 32500 кг — во внутренних баках, 12300 кг — в подвесном контейнере.



B-58 поступил на вооружение в 1959 г.

Постройка опытного экземпляра первого в мире тяжелого сверхзвукового бомбардировщика завершилась в августе 1956 г. Он еще не имел подвесного контейнера. 11 ноября летчик-испытатель Б.Эриксон выполнил на самолете первый полет продолжительностью 38 минут. Через полтора месяца после начала испытаний B-58 превысил скорость звука, а летом 1957 г. самолет вышел на расчетную максимальную скорость — 2156 км/ч на высоте 13000 м (М=2,03). В то время уже велись испытания второго экземпляра, с подвесным баком-бомбоотсеком. Его максимальная скорость была, конечно, заметно меньше из-за возросшего аэродинамического сопротивления. Серийный выпуск бомбардировщика начался во второй половине 1959 г.

Первая половина 60-х годов ознаменовалась целым фейерверком рекордов на B-58. Среди них можно выделить мировой рекорд скорости по замкнутому маршруту протяженностью 1073 км (2095,5 км/ч, 10 мая 1961 г.), рекорд высоты полета с грузом 5000 кг (26018 м, 14 сентября 1962 г), беспосадочный перелет из Нью-Йорка в Париж за 3 часа 19 минут, с тремя дозаправками в воздухе (26 мая 1961 г.). Последнее достижение наглядно показывало прогресс в авиационной технике за последние три десятилетия: в 1927 г. Чарльзу Линдбергу понадобилось для преодоления Атлантики 33,5 часа. Еще одним примером сверхдальнего перелета с рекордной скоростью был полет B-58 из Токио в Лондон. Расстояние в 12919 км самолет покрыл за 8 часов 35 минут, пять раз пополняя свои баки от воздушных топливозаправщиков KC-135.

Рекорды — это спорт, а вот хорошего стратегического бомбардировщика из B-58 не получилось. Без дозаправок радиус его действия при боевом задании, включающем 720-километровый участок полета на сверхзвуковой скорости, был чуть больше 2000 км — в два раза меньше, чем ждали от самолета

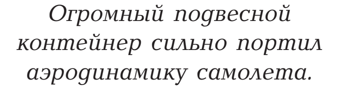
военные. Несмотря на все ухищрения проектировщиков, максимальное аэродинамическое качество B-58 при $M<1$ было 11,3 (у дозвукового бомбардировщика B-52 с обычным стреловидным крылом $K_{макс}=21{,}5$) и вдвое меньше — на сверхзвуковой скорости.[19] А качество, как известно, прямо пропорционально дальности. Плюс к этому — увеличенный расход топлива при полете на сверхзвуке.

Другим недостатком B-58 было то, что он мог нести только одну ядерную бомбу и не имел обычного (неатомного) оружия. Это лишало военных возможности гибкого применения бомбардировщика, например использования его в локальных военных конфликтах. В конце концов на самолете установили подкрыльевые пилоны для подвески дополнительных бомб или ракет, хотя это еще больше ограничило его дальность.

Но хуже всего для B-58 было то, что с развитием зенитных ракет в 60-е годы сверхзвуковая скорость и большая высота полета уже не обеспечивали безопасность проникновения в тыл противника. Это убедительно доказало уничтожение советской ракетой американского "сверхвысотного" разведчика U-2. Теперь, наоборот, требовалось создание бомбардировщиков, способных лететь над самой землей и поэтому менее заметных для радиолокаторов наземной системы ПВО, а для таких задач B-58 был совершенно не приспособлен.

Наряду с существенными тактическими недостатками самолет отличался высокой аварийностью. Только за полтора года, с декабря 1958 г. по июнь 1960 г., было потеряно семь B-58, при этом погибло 11 человек. Две катастрофы произошли при демонстрации самолета на знаменитом парижском аэрошоу в 1961 и 1965 гг.: первая — из-за попытки пилота выполнить фигуру пилотажа вблизи земли, вторая — вследствие неверного расчета траектории захода на посадку.

Наиболее аварийными режимами были взлет и посадка. Из-за очень высокой для "бесхвостки" нагрузки на крыло (вдвое большей, чем у F-106), вызванной желанием уменьшить вес и лобовое сопротивление самолета, скорость взлета и скорость захода на посадку были необычно велики — около 400 км/ч, и малейшая ошибка пилота могла иметь роковые последствия. Из-



Огромный подвесной контейнер сильно портил аэродинамику самолета.



вестны случаи, когда из-за огромной скорости вращения не выдерживали и "взрывались" колеса шасси. Немало катастроф произошло по причине отказов автоматики системы управления.

Если к этому "букету" недостатков добавить рекордно высокую стоимость бомбардировщика — 33,5 млн. долларов (это почти в четыре раза больше, чем стоил один В-52), то становится понятным, почему ВВС отказались от планов постройки 290 В-58 и выпуск был ограничен 116 экземплярами. Они находились на вооружении до 1970 г. и были заменены многорежимным самолетом с крылом изменяемой стреловидности FB-111. За 10 лет эксплуатации из-за летных происшествий парк В-58 сократился более, чем на 20%.

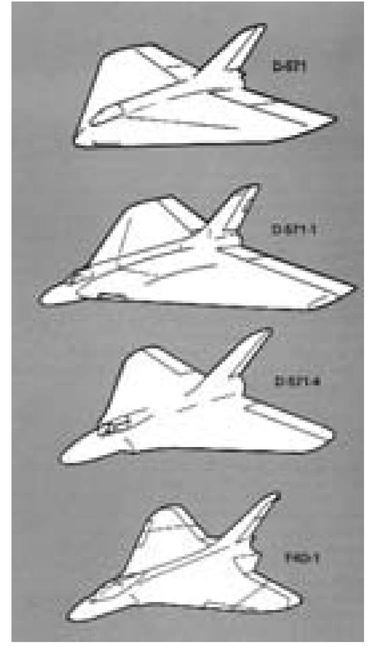
Итак, В-58 не стал той грозной боевой машиной, о которой мечтал Пентагон. Однако, с чисто технической точки зрения, появление В-58 явилось, несомненно, шагом вперед. Это был первый в мире тяжелый сверхзвуковой самолет, и многие из технических идей, использованных при его создании, нашли применение в конструкции будущих сверхзвуковых машин.

"Летающие треугольники" фирмы Конвэр широко представлены в американских музеях. Так, в музее ВВС США кроме XF-92A выставлены истребители F-102A, F-106A, бомбардировщик В-58.

Если "Конвэр" специализировалась, в основном, на самолетах для ВВС, то "бесхвостка" фирмы Дуглас предназначалась для использования с авианосцев. Работа по созданию этого самолета — Дуглас F4D-1 — началась в 1946 г.

Предыстория появления машины такова. В мае 1945 г. два специалиста-аэродинамика "Дугласа" Г.Рут и А.Смит были командированы в Европу для изучения немецких достижений в области авиации. В Париже они встретились с А.Липпишем и познакомились с его концепцией реактивного "дельта-крыла". Вскоре после этого на фирме, при поддержке Авиационного отдела ВМС, занялись исследованиями применимости "принципа Липпиша" при разработке скоростного палубного истребителя.

В отличие от самолетов фирмы Конвэр, развивавшихся по линии "бесхвосток" с треугольным крылом малого удлинения, как у немецкого Р-13, за основу истребителя фирмы Дуглас был взят другой проект Липпиша — двухдвигательное реактивное "летающее крыло" Р-11. При виде сверху Р-11 больше напоминал трапецию, чем треугольник, а довольно толстый профиль позволял поместить внутри крыла солидный запас топлива. Такой же формы был первый вариант истребителя фирмы Дуглас (1947 г.), получивший обозначение D-571. Он должен был иметь два размещенных в крыле двигателя Вестингауз J-34. Для повышения аэродинамического качества А.Смит предлагал использовать отсос пограничного слоя с поверхности крыла.



Эволюция схемы самолета Дуглас F4D.

В процессе аэродинамических исследований моделей, продолжавшихся более двух лет, концепция самолета претерпела значительные изменения. Идея отсоса пограничного слоя была отвергнута как непрактичная. Для уменьшения аэродинамического сопротивления на околозвуковых скоростях профиль сделали тоньше, увеличили стреловидность и уменьшили площадь крыла. Так как емкость крыла стала меньше, вместо двух двигателей решили установить один, в фюзеляже. Чтобы улучшить обзор, переднюю часть фюзеляжа с кабиной спроектировали выступающей вперед. В результате из трапециевидного "летающего крыла" получилась "бесхвостка" с крылом, близким по форме к треугольному.

В конце 1949 г. ВМС заключили с фирмой Дуглас контракт на постройку двух опытных образцов палубного истребителя-перехватчика. Им дали обозначение XF4D-1 "Скайрэй" ("Небесный луч"). Руководил проектированием главный конструктор фирмы Э.Хейнеманн.



Опытный экземпляр XF4D-1.

Постройка первого XF4D-1 закончилась в октябре 1950 г. В отличие от конвэрских "Дельт" он имел скругленное на концах крыло (этим хотели добиться более плавного обтекания его внешних частей), а задняя кромка была не прямой, а с изломом. Наружная часть крыла несла элевоны и предкрылки, на выступающей назад корневой части находились поверхности для продольной балансировки самолета. Система управления была бустерной, но в случае отказа гидроусилителей летчик мог отклонять рули вручную, правда для этого требовались немалые усилия.

Как на всех реактивных "бесхвостках", крыло имело симметричный профиль. Его относительная толщина была 6%. Стреловидность крыла равнялась 52^0, удлинение — 2,4. Для уменьшения габаритов машины при базировании на авианосце концы крыла могли складываться вверх.

У основания крыло утолщалось и плавно переходило в фюзеляж. Такая конструкция получила позднее название интегральной. Она позволяла уменьшить дополнительное сопротивление, возникающее в месте соединения крыла и фюзеляжа (сопротивление интерференции). Кроме этого, увеличивался внутренний объем крыла, что немаловажно, так как значительная часть фюзеляжа реактивного истребителя обычно занята двигателем. На "Скайрэе" в корневых "наплывах" конструкторы разместили два основных топливных ба-

ка, вмещающих 2430 л авиационного керосина. Они обеспечивали самолету продолжительность полета 45 минут — маловато для обычного истребителя, но достаточно для перехватчика.

Чтобы предотвратить опасность повреждения хвостовой части при посадке на палубу, кроме обычного трехопорного шасси сзади под фюзеляжем находилось дополнительное "страховочное" колесо.

XF4D-1 проектировался под новый ТРД Вестингауз J-40. Как это обычно случается, к моменту постройки самолета двигатель еще не был готов. Пришлось оборудовать "Скайрэй" менее мощным J-35 (тяга 2270 кгс).

21 января 1951 г. летчик-испытатель фирмы Дуглас Ларри Пейтон поднял XF4D-1 с аэродрома базы Эдвардс в первый полет.[20] Из-за неправильной установки угла балансировочных поверхностей на крыле самолет при увеличении скорости начал резко задирать нос и дело едва не закончилось аварией, но Пейтон в конце концов сумел "укротить" машину и приземлиться.

Испытания продолжили летчики Рассел Тау и Роберт Ран. После подбора оптимального угла установки рулей-балансиров самолет стал устойчив и управляем, и постепенно опасения пилотов относительно поведения реактивной "бесхвостки" рассеялись. Ран вспоминал:

"Я впервые испытал самолет в октябре 1951 г., после того, как Тау выполнил на нем уже 25 полетов. Наблюдения за полетами, особенно за посадкой, не вызывали во мне особого желания самому опробовать самолет, так как из-за дельтавидного крыла он заходил на посадку под таким большим углом атаки, что казалось, будто машина вот-вот сорвется в штопор. Однако когда я испытал самолет, то понял, что благодаря превосходному обзору из кабины большой угол атаки не мешает выполнять посадку. Вскоре я пришел к выводу, что этот самолет — как раз то, что ждал от истребителя со времени моих первых полетов на "Спитфайре". F4D — это мечта летчика-истребителя, так как он сочетает в себе: 1) хорошую маневренность на большой высоте, 2) превосходную скороподъемность, 3) короткие дистанции взлета и посадки, 4) отличную управляемость на малых скоростях, 5) очень большой практический потолок, 6) высокую скорость в горизонтальном полете."[21]

Но не все обстояло так уж блестяще. "Скайрэй" проектировался как сверхзвуковой самолет, однако из-за недостаточно большой тяги двигателя скорость звука удавалось достичь только в пикировании. К тому же, при подходе к "звуковому барьеру" наблюдалась вибрация руля направления, поэтому максимально допустимую скорость сочли за благо ограничить значением $M=0{,}95$.

Скоростные полеты чередовались с испытаниями самолета на штопор. В целом "Скайрэй" показал хорошие штопорные характеристики, хотя однажды едва не случилась катастрофа: во время перевернутого штопора узлы крепления страховочных ремней не выдержали отрицательных перегрузок и летчика с силой отбросило в кабине на крышу фонаря. Из-за удара фонарь заклинило и выброситься с парашютом стало невозможно. К счастью, не потерявший присутствия духа испытатель сумел дотянуться до кнопки выпуска противоштопорного парашюта. Самолет вернулся в нормальный полет, и летчик благополучно произвел посадку.

В 1953 г. фирма Дуглас, наконец, получила обещанный двигатель J-40. На форсаже он мог развивать тягу 5260 кгс. Его установили на одном из двух опытных XF4D-1. Для устранения вибраций руля направления его сделали двухсекционным, причем одну из секций снабдили демпфером колебаний.

3 октября 1953 г. летчик-испытатель ВМС капитан Джеймс Вердин установил на оборудованном J-40 "Скайрее" абсолютный мировой рекорд скоро-

сти для самолета с турбореактивным двигателем. На трехкилометровой дистанции самолет развил 1212 км/ч (прежний рекорд принадлежал английскому истребителю Супермарин "Свифт" и равнялся 1176 км/ч). Через две недели Р.Ран на той же машине добился рекорда скорости на стокилометровом маршруте — 1171 км/ч. Дуглас F4D-1 и истребитель Норт Америкен F-100 были отмечены правительством США как лучшие самолеты 1953 г.

В 1954 г., после испытаний XF4D-1 на авианосце "Корал Си", начался серийный выпуск самолетов "Скайрэй". Это был первый в мире серийный истребитель с крылом малого удлинения. Двигатель J-40 проявил себя ненадежным, и серийные машины снабжались ТРД Пратт-Уитни J-57 с тягой 6600 кгс на форсаже. Вооружение самолета состояло из четырех 20-мм пушек и подвешиваемых под крылом реактивных снарядов. Взлетный вес F4D-1 составлял около 10 тонн.

Производство "Скайрэя" продолжалось до 1959 г. За это время было построено 419 самолетов, они находились на вооружении до 1965 г. В 1964 г., в связи с появлением истребителя F-4 "Фантом", F4D-1 во избежание путаницы переименовали в F-6A. В наши дни "Скайрэй" можно увидеть только в музеях: музее военно-морской авиации в Пенсаколе и музее корпуса морской пехоты США в Куантико.

Благодаря относительно небольшой нагрузке на крыло самолет обладал хорошей вертикальной скоростью. 22 мая 1958 г. на нем было установлено сразу пять рекордов скороподъемности, при этом 15-километровой высоты "Скайрэй" достиг всего за две с половиной минуты.

Невысокая нагрузка на крыло упрощала взлет и посадку, и, в отличие от "Катлэсса", летные происшествия с F4D-1 случались редко. Летчики любили этот самолет и за надежность и легкость в управлении дали ему прозвище "Форд". После снятия с вооружения "Скайрэй" еще около десяти лет находился в резерве авиации флота, использовался для подготовки пилотов.[22]

Слабым местом самолета была его горизонтальная скорость: около 1000 км/ч. Между тем "сухопутная" истребительная авиация к 60-м годам уже перешла на сверхзвуковую технику.

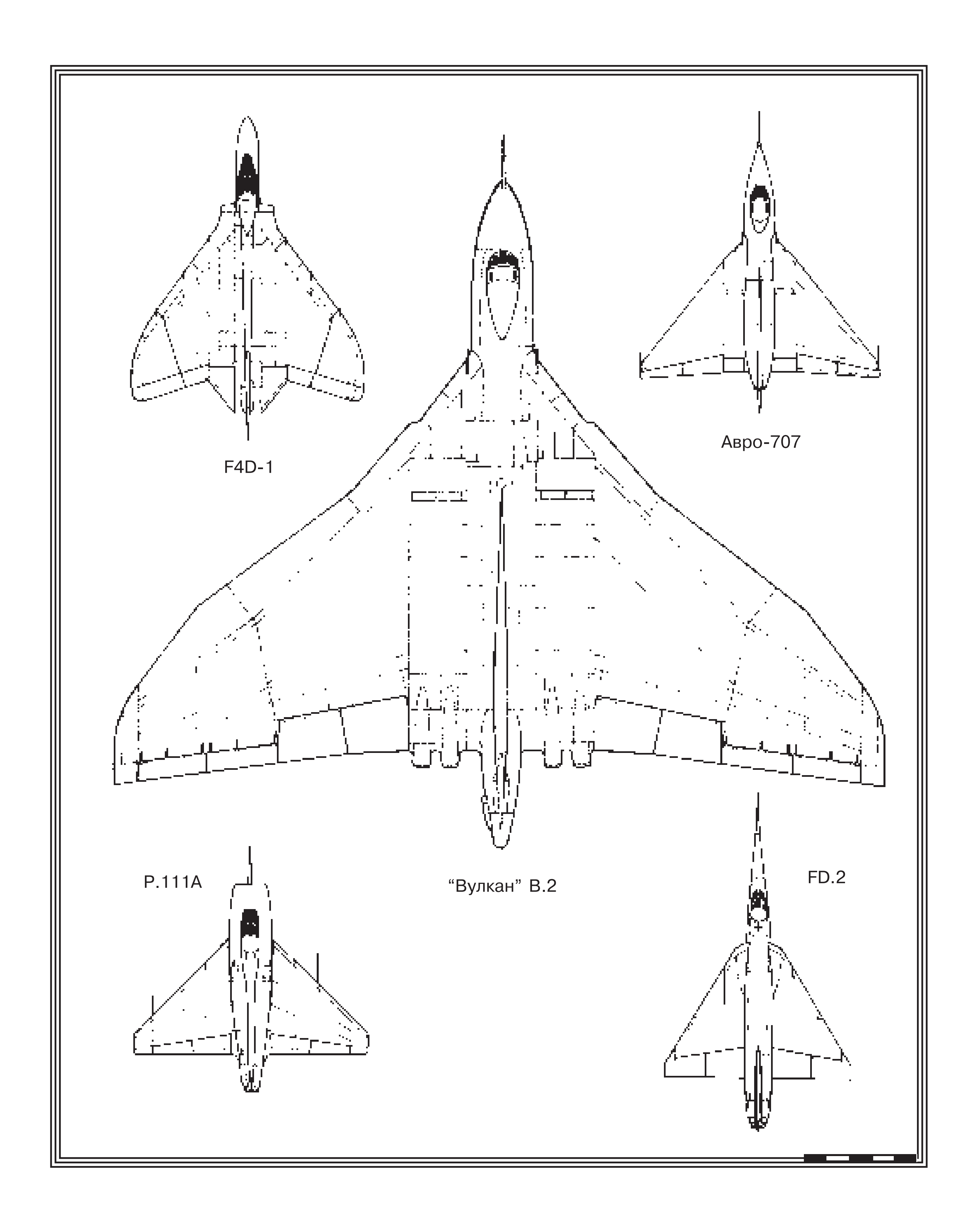
В середине 50-х годов инженеры "Дугласа" попытались создать сверхзвуковой вариант "Скайрэя". Первоначально он назывался F4D-2, затем, когда объем планируемых изменений в конструкции возрос, самолету дали новое обозначение — F5D-1 "Скайлансер" ("Небесный улан").

F5D-1 впервые был испытан в полете 21 апреля 1956 г. От F4D-1 он отличался более тонким крылом, удлиненной носовой частью фюзеляжа, измененной формой воздухозаборников и новым вариантом двигателя J-57 с большей тягой. Максимальная скорость полета "Скайлансера" на высоте 10 км была около 1500 км/ч, у земли — 1206 км/ч.

В серию самолет не пошел, не выдержав конкуренции с "двухмаховыми" истребителями. Дело ограничилось постройкой четырех опытных экземпляров, которые позднее использовались в исследовательских программах НАКА. На одном из них летал знаменитый астронавт Нейл Армстронг, самолет в этом случае выполнял роль прототипа крылатой спасательной капсулы космического аппарата. Сейчас этот самолет выставлен в музее Армстронга в Вапаконете.

Перенесемся теперь в Западную Европу. В 50-е годы там тоже появилось немало реактивных "бесхвосток" с треугольным крылом.

В Англии пионером в деле создания таких самолетов стала фирма Авро, выпустившая первый в мире серийный бомбардировщик-"бесхвостку" с дельта-крылом — "Вулкан".


F4D-1
Авро-707
Р.111А
“Вулкан” В.2
FD.2

"Вулкан" занимает особое место в истории самолетостроения. Если в Германии и США основной областью применения схемы "бесхвостка" с треугольным крылом малого удлинения считали сверхзвуковые летательные аппараты (в первую очередь — истребители), то специалисты фирмы Авро решили воплотить эту компоновку в конструкции тяжелого дозвукового самолета. О том, как происходил выбор аэродинамической схемы "Вулкана", рассказывает главный конструктор фирмы С.Дэвис:

"...Из немецких источников мы знали, что для избежания резкого роста сопротивления при крейсерском полете при больших числах Маха требуется сочетание значительной стреловидности, меньшей, чем принято (по крайней мере для бомбардировщиков) относительной толщины крыла и пониженного коэффициента подъемной силы. Вначале мы остановились на самолете обычной схемы (с хвостовым оперением) с крылом стреловидностью 45^0 по линии 1/4 длины хорд, с относительной толщиной 12% у основания и с коэффициентом подъемной силы не более 0,2. Вскоре, однако, выяснилось, что взлетный вес такого самолета намного (фактически вдвое) превысит заданный а скорость и дальность будут меньше, чем требуется.

Первым шагом в отходе от классической компоновки явилось решение отказаться от хвостового оперения: большая стреловидность крыла, требуемая для полета на околозвуковых скоростях, обеспечивала достаточное плечо действия рулей "бесхвостки". Мы надеялись, что снижение веса и аэродинамического сопротивления, достигнутые благодаря ликвидации хвоста и сокращению длины задней части фюзеляжа, позволит уменьшить требуемые мощность силовой установки и запас топлива, а это приведет к общему снижению размеров и взлетного веса самолета. Как показали предварительные расчеты, при одинаковой стреловидности и соответствующей нагрузке на крыло бомбардировщик-"бесхвостка" будет иметь взлетный вес 137500 фн (62370 кг). Таким образом, требование заказчика вновь не могло быть выполнено. Кроме того, при данной схеме возникали сложности с размещением на самолете топлива и боевой нагрузки.

Более детальные расчеты позволили установить, что главным "виновником" превышения веса является крыло, характеризующееся сравнительно большой площадью, малой относительной толщиной и обычным удлинением. Чтобы снизить вес крыла при сохранении той же нагрузки на $м^2$, требовалось уменьшить его удлинение. Данное рассуждение, в конце концов, привело проектировщиков к выбору треугольной формы с удлинением примерно 2,4.

Из всего этого вытекает, что основным стимулом к уменьшению удлинения было стремление "сэкономить" вес конструкции и что дельтавидная форма крыла появилась, можно сказать, случайно."[23]

Описанные события происходили в 1947 г., после того, как правительство опубликовало требования к реактивному бомбардировщику, предназначенному для замены винтомоторных "Ланкастеров" и "Линкольнов".

Вначале проект самолета фирмы Авро (в то время он фигурировал в документах как "проект 698") представлял собой типичное "летающее крыло" в форме треугольника с килями на концах. На выбор схемы, несомненно, повлияла лекция Джека Нортропа о преимуществах "летающих крыльев", прочитанная в Англии перед членами Аэронавтического королевского общества в мае 1947 г.[24]

Однако, как показали аэродинамические исследования с моделями бомбардировщика, относительная толщина профиля, требуемая для воплощения в жизнь концепции "летающего крыла", вызвала бы слишком большое волновое сопротивление. Поэтому в 1948 г. проект был переработан: крыло сдела-



Авро 707 в Научно-техническом музее в Манчестере.

ли более тонким (8—10%), а так как его внутренний объем при этом уменьшился, самолет приобрел фюзеляж, в котором должны были размещаться экипаж, бомбы и часть топлива. Вместо концевых килей установили обычное центральное вертикальное оперение. Двигатели по-прежнему должны были находиться внутри крыла, в плоскости, проходящей вблизи центра тяжести самолета. Такая компоновка силовой установки позволяла избежать влияния изменения тяги на продольную балансировку летательного аппарата.

Окончательный облик бомбардировщика сформировался в 1948 г. Теперь это была уже, скорее, "бесхвостка", чем "летающее крыло". Самолет планировалось снабдить четырьмя ТРД "Олимп", разрабатывавшимися в то время фирмой Бристоль.

Можно было приступать к строительству первых опытных образцов. Однако в связи с тем, что бомбардировщик имел кардинально новую схему, прежде решили испытать уменьшенный втрое прототип — Авро 707. Намечалось построить несколько таких самолетов. Их полеты должны были ответить

на вопросы об особенностях пилотирования дельтакрылой "бесхвостки" на больших и малых скоростях, об аэродинамических свойствах треугольного крыла, о наивыгоднейшем положении центра тяжести и др.

Первый самолет из серии "707-х" предназначался для полетов на небольших скоростях. Поэтому управление рулями было механическим, без гидроусилителей. Серийный ТРД Роллс-Ройс "Дервент" находился в задней части фюзеляжа; воздух поступал к нему через ковшевидный заборник, расположенный на фюзеляже, за кабиной. В остальном схема самолета повторяла схему "Вулкана". Для ускорения постройки в конструкции Авро 707 использовали части от других самолетов. Так, фонарь кабины позаимствовали у истребителя Глостер "Метеор", передняя стойка шасси — тоже от "Метеора".

Первый Авро 707 выкатили из сборочного цеха в августе 1949 г. 4 сентября лейтенант Эрик Эслер занял место в кабине экспериментальной машины. Полет продолжался 35 минут и прошел успешно. Первый в Англии самолет с треугольным крылом доказал свою "дееспособность".

Два дня спустя Авро 707 перегнали в Фарнборо для показа на ежегодной авиационной выставке. Затем испытания продолжили. По словам Эслера, пилотирование "707-го" мало отличалось от полета на обычной реактивной машине.

Уже шла установка аппаратуры для измерения и регистрации параметров, но 30 сентября самолет разбился, Эслер погиб. Точную причину катастрофы установить не удалось. Так как при изучении остатков машины обнаружили, что один из подкрыльевых аэродинамических тормозов полностью отклонен, было высказано предположение, что в полете на малой высоте возникла неисправность в электрической системе выпуска тормозов. Тормоз внезапно раскрылся, обтекание крыла сразу же нарушилось и летчик не смог удержать аппарат от падения.[25]

После того, как эксперты пришли к заключению, что катастрофа никак не связана с аэродинамической схемой самолета, строительство второго экземпляра Авро 707 продолжили. На всякий случай его оборудовали катапультируемым сидением, а аэродинамические тормоза переделали таким образом, что при отклонении между ними и крылом образовывалась довольно большая щель, позволяющая воздуху беспрепятственно обтекать крыло.

Испытания этого самолета, получившего обозначение Авро 707В, начались в сентябре 1950 г. Он полностью выполнил всю программу, совершив за два года 380 полетов. Было установлено, что в диапазоне скоростей от 185 до 650 км/ч самолет устойчив и нормально слушается управления. При меньших скоростях (148—185 км/ч) элероны продолжали сохранять работоспособность, однако рулей высоты уже "не хватало", чтобы удержать машину от сваливания на нос.

Следующий прототип, Авро 707А, был сконструирован для полетов на более высоких скоростях — до 800 км/ч. В связи с этим система управления рулями были сделана бустерной. Возухозаборники двигателя перенесли в основание крыла, так как скачки уплотнения и нестабильность потока нарушали бы работу воздухозаборника прежнего типа. Фюзеляж сделали более вытянутым, более обтекаемым. Самолет стал точнее соответствовать схеме и пропорциям бомбардировщика "Вулкан".

Так же, как "707В", "707А" успешно прошел программу испытаний. С июля 1951 г. по май 1952 г. он 197 раз поднимался в воздух, общее время налета составило 92 часа.

В 1953 г., когда уже начались полеты "Вулкана", фирма Авро изготовила еще два "707-х". Один из них, Авро 707С, имел двухместную кабину и первоначально предназначался для обучения пилотированию треугольных "бесхво-

сток". Обе машины передали в авиационный центр в Фарнборо для летных экспериментов, где они прослужили до 1967 года.

Военные торопили руководителей фирмы Авро: "холодная война" в разгаре, а стратегическая авиация Великобритании вынуждена вооружаться безнадежно устаревшими американскими бомбардировщиками В-29. Поэтому, как только появились первые положительные результаты испытаний Авро 707, на фирме приступили к постройке "Вулкана". Вместе с изготовлением рабочих чертежей и технологической оснастки она заняла около двух лет.

По размерам Авро 698 "Вулкан" намного превосходил другие "бесхвостки" с треугольным крылом. Он имел размах 30,2 м, длину — 29,6 м. Стреловидность крыла равнялась 52^0 — меньше, чем у конвэровских "бесхвосток", но больше, чем у самолетов с обычным стреловидным крылом; удлинение крыла — 2,84. Благодаря большой длине корневой хорды ее высота, при относительной толщине профиля 10%, составляла 1,8 м. Этого было вполне достаточно, чтобы разместить внутри крыла четыре мощных турбореактивных двигателя.

Конструкция планера самолета — вполне традиционная, основывающаяся на опыте производства бомбардировщика "Ланкастер". Крыло — двухлонжеронное, с пристыкованными к центроплану консолями. В качестве строительного материала применялся обычный дюралюминий. С каждой стороны крыла имелось по четыре рулевых поверхности: внутренние работали как рули высоты, внешние — как элероны. Их отклонение осуществлялось с помощью

Первый экземпляр самолета "Вулкан".



электродвигателя и трансмиссии, причем ради большей безопасности и живучести самолета в бою каждая поверхность имела отдельный электропривод. На крыле имелись также воздушные тормоза в виде восьми прямоугольных пластин, расположенных попарно сверху и снизу.

Топливо размещалось как в фюзеляже, так и в крыле. За порядком выработки горючего из баков следила электронная система. Это обеспечивало неизменность положения центра тяжести в полете.

Фюзеляж имел круглое сечение. Впереди находился отсек радиолокатора, за ним — гермокабина. Экапаж состоял из пяти человек. Сверху, под обтекателем, сидели первый и второй пилот; на "нижней палубе", спиной к летчикам, располагались бортрадист, штурман-бомбардир и оператор систем радиолокационного противодействия. За кабиной находился бомбоотсек длиной 8,5 м, рассчитанный на подвеску двадцати одной 454-кг бомбы.

Несмотря на все старания проектировщиков взлетный вес "Вулкана" — 68 тонн — в полтора раза превысил заданный в тактико-технических требованиях. Для того, чтобы уменьшить нагрузку на поверхность аэродромов, самолет снабдили многоколесным шасси. Каждая из подкрыльевых стоек имела по восемь колес, передняя опора — двухколесная.

Когда планер бомбардировщика был почти готов, выяснилось, что фирма Бристоль еще не закончила доводку "Олимпа". Чтобы не оттягивать начало испытаний, на первом самолете решили установить менее совершенные, но зато освоенные производством ТРД Роллс-Ройс "Эвон" с тягой 2950 кгс. Спеша приступить к полетам (на "пятки" наступал конкурент — бомбардировщик "Виктор" фирмы Хендли Пейдж), конструкторы Авро не стали герметизировать кабину, а топливные баки установили пока только в фюзеляже.

В таком виде 30 августа 1952 г. "Вулкан" совершил первый полет (летчик Р.Фок). При этом случилось небольшое происшествие: воздушный поток сорвал обтекатели, закрывающие убранные в крыло стойки шасси. Но так как вначале полеты должны были происходить на малых скоростях, на это решили не обращать внимания и продолжить испытания. В сентябре бомбардировщик, сопровождаемый двумя Авро-707, совершил полет на выставке в Фарнборо и, по отзывам прессы, был "гвоздем" аэрошоу.

После 32 часов полетов, продемонстрировавших нормальную устойчивость и управляемость машины, самолет вернули в сборочный цех для установки двигателей Армстронг Сиддли "Сапфир" с тягой по 3640 кгс. Одновременно бомбардировщик снабдили гермокабиной и крыльевыми топливными баками. Все это позволило летом 1953 г. приступить к его испытаниям на больших скоростях. По этой программе было выполнено 57 полетов.

Между тем на аэродром вышел второй экземпляр "Вулкана", со "штатными" двигателями Бристоль "Олимп" 100. Максимальная тяга каждого из них равнялась 4300 кгс. Испытания самолета начались в сентябре 1953 г.

Установка "Олимпа" позволила еще повысить скорость полета. Однако при числе Маха более 0,75 испытатели столкнулись с сильной вибрацией горизонтальный рулей. Это происходило из-за образования скачков уплотнения на крыле. Чтобы устранить это опасное явление, переднюю кромку сделали не прямой, а с изломом, увеличив длину хорды в зоне расположения рулей. Относительная толщина профиля на этом участке уменьшилась с 9,4% до 7,9%, и преждевременное образование скачков уплотнения прекратилось. Кроме того, для уменьшения индуктивного сопротивления концам крыла придали коническую крутку, а чтобы перемещение фокуса крыла на околозвуковых скоростях не влияло на пилотирование, на самолете установили устройство, автоматически отклоняющее рули высоты для сохранения продольной балансировки.



"Вулкан" В.2 во время одного из демонстрационных полетов.

В таком модифицированном виде в 1955 г. началось серийное производство бомбардировщика под маркой "Вулкан" В.1. Оно продолжалось до 1958 г., было выпущено 45 самолетов. С двигателями "Олимп" 101 (4x5000 кгс) бомбардировщик мог летать со скоростью 1030 км/ч, имел потолок 16800 м и дальность 4830 км с 9500 кг бомб на борту.

В сентябре 1956 г. на первом серийном "Вулкане" был совершен перелет из Лондона в Австралию и Новую Зеландию. Он прошел успешно, но на обратном пути при посадке в лондонском аэропорту Хитроу во время сильного тумана самолет разбился, погибли три члена экипажа. Так как катастрофа не была вызвана неисправностью в конструкции и системах "Вулкана", это печальное событие не повлияло на серийный выпуск самолета.

В 1958 г. на смену "Вулкану" В.1 пришел вариант В.2. Он отличался более мощными ТРД "Олимп"016 (позднее — "Олимп"301), удлиненной задней частью фюзеляжа, в которой разместили дополнительное оборудование, и увеличенным на 3,6 м размахом крыла. Вместо раздельных элеронов и рулей высоты на крыле установили элевоны. Взлетный вес самолета достиг 90 тонн, но в связи с увеличившейся площадью крыла нагрузка на 1 м^2 почти не изменилась. Максимальная скорость полета В.2 составила 1050 км/ч, потолок — 18000 м.

Производство самолетов "Вулкан" завершилось в 1964 г. Почти за 30 лет эксплуатации в ВВС эти бомбардировщики зарекомендовали себя как вполне надежные машины. Однако выпустили их сравнительно мало: в общей сложности около 60 экземпляров. Это объясняется тем, что в конце 50-х годов правительство Великобритании приняло решение о сокращении расходов на военную авиацию, сделав, как и другие страны, ставку на развитие ракетного вооружения.

Другим направлением в работах по "бесхвосткам" с дельта-крылом в Англии было изучение перспективности такой схемы для создания сверхзвуковых самолетов. Очевидно, что для этой цели требовалось очень тонкое треугольное крыло.

Стимулом послужили сообщения о полетах в США экспериментального самолета XF-92A и о планах создания фирмой Конвэр на его основе сверхзвукового истребителя. В конце 40-х годов английское министерство обороны предложило фирме Боултон Пол построить и провести испытания "бесхвостки" с тонким треугольным крылом, как у XF-92A. Разработку этой экспериментальной машины поручили на фирме конструкторской группе, возглавляемой Ф.Кроукомом и Д.Батчлером. Самолет получил обозначение Р.111.

Летные испытания Р.111 начались в октябре 1950 г. Самолет имел один воздухозаборник, в носу фюзеляжа. Он питал воздухом уже устаревший, но надежный ТРД Роллс-Ройс "Нин" с тягой 2300 кгс. Крыло — со стреловидностью 45^0 по передней кромке. С помощью съемных законцовок можно было изменять его размах и форму. С закрепленными законцовками крыло имело остроконечную форму и размах 11,1 м, когда законцовки снимали размах уменьшался до 9,1 м, а крыло приобретало форму треугольника со срезанными концами. Такой же возможностью "конвертироваться" обладал киль. Управление самолетом осуществлялось рулем направления и двухсекционными элевонами. Р.111 был рассчитан на высотные полеты с околозвуковыми скоростями, поэтому имел герметизированную кабину и гидроусилители в системе управления. При приближении к скорости звука предусматривалось автоматическое отклонение элевонов вверх для противодействия затягиванию в пикирование.

Во время демонстрационных полетов на аэрошоу в Фарнборо в 1952 г. маневренность и скороподъемность миниатюрного Р.111 впечатлили присутствующих. Однако основной задачей самолета была проверка аэродинамических характеристик дельта-крыла на различных скоростях: от минимальной до $M = 0,93 - 0,96$. Чтобы следить за характером обтекания, на крыло наклеивали тонкие шелковые нити, а установленная на киле кинокамера фиксировала их отклонения в воздушном потоке.

Испытания Р.111 проходили около двух лет, затем самолет доработали (в частности снабдили аэродинамическими тормозами) и полеты продолжились.





Экспериментальный Р.111 со снятыми законцовками крыла.

Модифицированный Р.111А летал до июня 1958 г. и дал много ценных сведений об аэродинамике треугольного крыла.[26]

Если Р.111 был только первым шагом на пути к освоению больших скоростей, то "бесхвостка" Фейри FD.2 являлась уже настоящим сверхзвуковым самолетом. 12 марта 1956 г. Питер Твисс установил на нем абсолютный мировой рекорд скорости — 1822 км/ч. Это почти на 500 км/ч превышало прежний рекорд, достигнутый в 1955 г. на американском истребителе F-100.

К моменту начала работ по FD.2 фирма Фейри уже имела опыт проектирования аппаратов с треугольным крылом. В конце 40-х годов там занимались созданием небольшого реактивного самолета, который должен был взлетать без разбега с установленной на автомобиле наклонной рампы. Правительство не поддержало идею создания истребителя-перехватчика по типу этой своеобразной пилотируемой зенитной ракеты и предложило "Фейри" построить новый экспериментальный самолет с дельта-крылом, предназначенный для освоения сверхзвукового диапазона скоростей. Главный конструктор фирмы, Р.Ликли, рассказывает:

"Препятствием на пути развития сверхзвуковых самолетов в нашей стране после войны 1939—1945 гг. было мнение, что использование для этих целей пилотируемых аппаратов слишком опасно; однако затем возобладали более реалистические взгляды. В 1947 г. министерство обороны заявило о планах создания такого самолета, и в 1949 г. мы направили в министерство техническое описание летательного аппарата, предназначенного для исследований транс- и сверхзвуковых скоростей вплоть до М=1,5.

...Конструкция предусматривала применение дельтовидного крыла с удлинением 2, двигателя Роллс-Ройс RA.5 в фюзеляже и воздухозаборников в основании крыла. Все это должно было обладать минимальной лобовой площадью и не иметь выступающих частей. Вообще, основной задачей при проектировании являлось создание машины с минимально возможным весом и до предела уменьшенными площадями крыла и миделевого сечения фюзеляжа. Вместе с тем, это должен был быть самолет, способный нормально управляться в воздухе и на земле, достаточно большой для установки на нем двигателя RA.5 и имеющий такой запас горючего, который обеспечивал бы выполнение полноценных исследовательских полетов."[27]

В 1950 г. "Фейри" получила заказ на два FD.2. Однако из-за того, что персонал фирмы в это время был загружен подготовкой к выпуску противолодочного самолета "Ганнет", работы по FD.2 начались только в 1952 г. Сборка первого экземпляра завершилась к осени 1954 г.

Самолет имел крыло со стреловидностью 60^0 и с относительной толщиной 4%. Чтобы обеспечить прочность и жесткость такого тонкого крыла, создатели самолета применили фрезерованную панельную конструкцию с толстой обшивкой (до 6 мм). Заднюю кромку занимали раздельные рули высоты и элероны.

Это был первый английский самолет с необратимой бустерной системой управления. Так как в случае отказа гидроусилителей пилот уже никак не мог воздействовать на управление, все основные агрегаты системы были дублированы.

В связи с тем, что на сверхзвуке эффективность рулей снижается, в контур управления ввели редуктор с регулируемым в зависимости от скорости передаточным отношением между углом отклонения ручки и углом поворота рулей.

Еще одним новшеством в конструкции FD.2 была отклоняемая вниз при посадке часть фюзеляжа перед кабиной; отклонение носового конуса происходило с помощью мощного гидроцилиндра. Это техническое решение, позволяющее значительно улучшить обзор с места пилота, было позднее повторено на сверхзвуковых пассажирских самолетах "Конкорд" и Ту-144.



Самолет Фейри FD.2 принес Англии мировой рекорд скорости.

Самолет имел стремительные, вытянутые вперед формы. Двигатель был способен развивать тягу 4540 кгс, а взлетный вес FD.2 равнялся 6100 кг. Таким образом, по тяговооруженности (отношение тяги к весу) машина не имела себе равных среди английских самолетов того времени.

Летные испытания FD.2 начались 6 октября 1954 г. П.Твисс свой отчет о первом вылете начал со слов: "Есть все основания считать, что самолет будет очень приятной в пилотировании машиной. Уже вскоре после взлета я почувствовал, что он отлично слушается рулей..."[28]

Но испытывали FD.2 недолго. 17 ноября, в четырнадцатом полете, произошла авария: из-за неисправности в системе подачи топлива на высоте 9000 м выключился двигатель, самолет стал круто планировать, летчик не дотянул до аэродрома и во время аварийной посадки "на брюхо" машина была изрядно повреждена. Ремонт занял восемь месяцев.

28 октября 1955 г. самолет впервые преодолел звуковой барьер. По словам летчика, это произошло практически незаметно, машина вошла в сверхзвуковую зону обтекания, как нож в масло.[29]

В начале 1956 г. на аэродром доставили второй экземпляр FD.2, на котором и был установлен мировой рекорд скорости. Однако вскоре после установления этого рекорда возникло неожиданное препятствие: из-за жалоб населения правительство запретило проводить полеты со сверхзвуковой скоростью на высоте менее 9000 м. Тогда, по согласованию руководства "Фейри" с фирмой Дассо, один из самолетов переправили во Францию. Там в малонаселенной юго-западной части страны осенью 1956 г. была выполнена часть программы (52 полета), связанная с испытаниями на небольших высотах при максимальной скорости.

В общей сложности два FD.2 поднимались в воздух около 250 раз. Летные исследования первой английской сверхзвуковой "бесхвостки" позволили собрать сведения об особенностях пилотирования на около- и сверхзвуковых скоростях, о величине нагрева обшивки, распределении температур и др. Но главное — был сделан вывод о целесообразности применения исследованной схемы при создании боевых самолетов.

Основываясь на этом выводе, фирма Фейри на основе экспериментального FD.2 разработала проект многоцелевого истребителя F.155T с расчетной скоростью полета M=2,2. Но вскоре правительство Великобритании приняло решение о резком сокращении расходов на исследовательские работы в военной авиации. Среди жертв этого постановления был и F.155T, обещавший,

на мой взгляд, стать более перспективной боевой машиной, чем единственный английский сверхзвуковой истребитель "Лайтнинг", принятый на вооружение в 1959 г.

В то время, когда во Франции проходили испытания FD.2, в этой стране полным ходом шли работы по созданию собственного истребителя-"бесхвостки" с треугольным крылом. Им стал знаменитый Дассо "Мираж".

Точкой отсчета в развитии французских реактивных "бесхвосток" следует считать миниатюрный экспериментальный самолет Pa-49. Конструктор этого аппарата, Р.Пайен, всегда тяготел к нетрадиционным схемам (вспомним его ромбовидный "Униплан" 30-х годов). После войны он направил в министерство авиации Франции несколько проектов реактивных бесхвостых самолетов с треугольным крылом. Было решено построить одну из этих машин, использовав ее в качестве недорогой "летающей лаборатории" для изучения дельта-крыла. Проектирование Pa-49 началось в 1951 г., а его первый полет состоялся 22 января 1954 г.

Pa-49 был самой маленькой из всех реактивных "бесхвосток". Его длина и размах составляли всего по 5,1 м. Взлетный вес самолета также был рекордно мал — 650 кг. Сзади на крыле находились элероны и рули высоты (позднее к ним добавили посадочные закрылки); киль, являющийся продолжением обтекателя кабины, заканчивался рулем направления. Все основные части самолета, за исключением шасси, были выполнены из дерева.

Под стать самолету был и двигатель — Турбомека "Палас" с тягой 160 кгс. Он помещался за кабиной летчика, а воздух к нему поступал через небольшие овальные воздухозаборники в основании крыла.

Этот почти игрушечный самолет неплохо летал. Он мог развивать скорость 495 км/ч, набирал высоту 8500 м, продолжительность полета составляла 1 час.

После появления в США и СССР сверхзвуковых боевых самолетов руководство Франции сочло необходимым начать разработку сверхзвуковых истребителей. В 1954 г. был объявлен конкурс на легкий самолет-перехватчик с небольшим радиусом действия и простым бортовым оборудованием (наводка на цель осуществлялась с наземной РЛС), но с очень хорошей скороподъемностью и большой горизонтальной скоростью полета.

Среди представленных на конкурс машин были две "бесхвостки" — Дассо "Мираж"I и Сюд-Эст "Дюрандаль". Оба самолета роднило одинаковое по форме треугольное крыло и такое же треугольное вертикальное оперение. Угол стреловидности крыла "Миража"I равнялся 55^0, "Дюрандаля" — 60^0. Органы управления были идентичны — элевоны и руль направления. Внешне самолеты отличались, главным образом, расположением воздухозаборников: у машины фирмы Сюд-Эст он находился в носу фюзеляжа, истребитель фирмы Дассо был снабжен боковыми воздухозаборниками и имел заостренный спереди фюзеляж.

"Мираж" вышел на испытания в июне 1955 г. — на год раньше, чем "Дюрандаль". В то время производство достаточно мощных для сверхзвукового полета турбореактивных двигателей во Франции еще только разворачивалось, поэтому на "Мираже" установили два ТРД "Вайпер" с тягой по 980 кгс и дополнительный ЖРД, способный увеличивать тягу еще на 1500 кгс. Однако даже с такой комплексной силовой установкой максимальная скорость самолета на высоте 12000 м лишь немного превысила сверхзвуковую, составив 1380 км/ч.

Летные испытания "Дюрандаля" начались 20 июня 1956 г. На самолете стоял новейший французский ТРД SNECMA "Атар"101 с тягой 3400 кгс и ЖРД-ускоритель с тягой 825 кгс, имеющий 5-минутную продолжительность работы. Благодаря значительной тяговооруженности самолет мог развивать

на высоте 12000 м скорость более полутора тысяч километров в час, а его максимальная скороподъемность достигала 200 м/с.

Однако к этому времени во взглядах на применение авиации произошли изменения. В связи с появлением на вооружении стран Варшавского договора баллистических ракет дальнего действия основная угроза стала исходить именно от них, а не от бомбардировщиков. К тому же получили развитие зенитные ракетные комплексы. Поэтому создание специализированных истребителей-перехватчиков стало менее актуальным и ни одна из перечисленных выше машин не была принята на вооружение. Перед самолетостроителями была поставлена новая задача: разработка многоцелевого "двухмахового" истребителя, который можно было бы использовать как для борьбы с самолетами противника, так и для атак наземных целей.

Фирма Дассо моментально среагировала на изменения в военной доктрине. Объединив аэродинамические достоинства своего "Миража"I с мощностью двигателя "Атар", она выпустила истребитель "Мираж"III, имеющий собственную РЛС, обладающий большим радиусом действия и кроме пушечного вооружения способный нести бомбы и ракеты различного назначения. Первый его полет состоялся 17 ноября 1956 г. (летчик — Роланд Главани). 30 января 1957 г. "Мираж" развил скорость М=1,5, а 24 октября 1958 г. первым из западноевропейских самолетов с турбореактивным двигателем достиг в горизонтальном полете двойной скорости звука.

Сохранив общую схему "Миража"I, конструкторы немало потрудились над улучшением аэродинамики самолета. Фюзеляж был перепроектирован с учетом "правила площадей", треугольное вертикальное оперение заменили на стреловидное, относительную толщину крыла уменьшили с 5% до 3—4,5%, стреловидность увеличили до 60^0, передней кромке придали коническую крутку. Технической новинкой были вырезы ("запилы") шириной около 6 см на передней кромке крыла. Они выполняли роль аэродинамических гребней: образующиеся в месте "запилов" воздушные вихри препятствовали перетеканию потока по размаху.

Изменения коснулись и системы управления. На крыле кроме элевонов установили закрылки. Они позволяли менять балансировку в полете и, подчиняясь командам автопилота, демпфировали продольные колебания самолета, улучшая, тем самым, его динамическую устойчивость (такой же демпфер колебаний был подключен к рулю направления). Все управление было выполнено по необратимой бустерной схеме с дублированными гидроприводами рулей.

После этих усовершенствований (некоторые из них делались уже в процессе испытаний опытного экземпляра) самолет смог летать со скоростью, вдвое превышающей скорость звука. Его максимальная высота полета была равна 17000 м (с дополнительным ракетным двигателем — 23000 м), скороподъемность — 120 м/с, радиус действия (с подвесными топливными баками) — 1200 км. Посадочная скорость равнялась 290 км/ч. Вооружение — две встроенные пушки калибром 30 мм с боезапасом по 125 снарядов и 2—3 УРС на внешних подвесках. Обладая специальными пневматиками пониженного давления, самолет мог взлетать не только с бетона, но и с грунтовых аэродромов.

Небезынтересно сравнить "Мираж"III с американским истребителем Конвэр F-106. Обе эти "бесхвостки" появились практически одновременно и были рассчитаны на скорость, соответствующую М=2. По схеме самолеты почти не отличались друг от друга, но по размерам, весу, запасу топлива и мощности двигателя F-106 значительно превосходил французскую машину. Эти отличия были характерны для всех американских истребителей, начиная



Дассо "Мираж"IIIE.

с эпохи второй мировой войны. Дело здесь, в первую очередь, в географических особенностях — в маленькой Европе от самолета не требовалось большого радиуса действия, можно было уменьшить емкость баков, а следовательно и размеры летательного аппарата.

После полутора лет испытаний поступило решение о запуске "Миража"III в серийное производство. Выпуск начался в октябре 1960 г. и продолжался почти тридцать лет. Самолет применяли как истребитель-перехватчик ("Мираж"IIIC) и как истребитель-бомбардировщик ("Мираж"IIIE). В первом случае для большей скороподъемности он оборудовался вспомогательным жидкостно-ракетным двигателем, во втором — вместо ЖРД к самолету подвешивались топливные баки и дополнительное вооружение. "Мираж"IIIC легко можно было превратить в "Мираж"IIIE: замена ЖРД на топливный бак занимала всего 20 минут.

На серийных образцах "Миража" было установлено три мировых рекорда скорости по замкнутому 100-км маршруту.

За долгое время выпуска самолет неоднократно модернизировали, главным образом за счет "начинки": увеличивалась мощность двигателя, менялись бортовое оборудование и вооружение. В 1967 г. начали выпускать специальный "экспортный" вариант "Мираж" 5 с более простым бортовым электронным оборудованием и усовершенствованной техникой наземного обслуживания. Он был спроектирован специально для поставок в развивающиеся страны.

Строились также вариант с подъемными двигателями в фюзеляже, обеспечивающими ему возможность вертикального взлета и посадки ("Бальзак", 1962 г.) и созданный на основе "Миража" 5 самолет "Милан" (1970 г.) с обычной силовой установкой, но с выдвигающимися из носовой части балансировочными поверхностями, предназначенными для уравновешивания момента от закрылков при посадке. Обе эти машины так и остались экспериментальными.



"Мираж" 5 ВВС Бельгии.

В общей сложности было выпущено 1422 "Миража". Кроме Франции (ее авиация получила 488 самолетов) они применялись в ВВС еще 19 стран, строились по лицензии в Австралии и Швейцарии, а без лицензии, "пиратским" способом — в Израиле. Это был, пожалуй, самый "многонациональный" из всех зарубежных реактивных истребителей.

Коммерческий успех самолета был вызван не какими-то его уникальными летными характеристиками — они были вполне стандартными, а тем, что он являлся одним из самых дешевых и простых в эксплуатации в классе "двухмаховых" истребителей. Так, цена "Миража"IIIC в начале 60-х годов была немногим более 1 млн. долларов, тогда как американский F4B "Фантом" стоил 2,3 млн. долларов, а трудоемкость технического обслуживания "Миража"5 на один час полета составляла всего 15 человеко-часов (у F4B — 35 человеко-часов).

"Мираж" явился первой "бесхвосткой", широко применявшейся в вооруженных конфликтах 60-х — начала 80-х годов. Он с успехом использовался Израилем в военных действиях против соседних арабских стран, участвовал в индо-пакистанском конфликте 1971 г., в ангольских событиях, применялся ВВС Аргентины против английских кораблей в сражении за Фольклендские (Мальвинские) острова в 1982 г. В воздушных боях он показал себя примерно равным советским МиГ-21.[30]

В некоторых странах самолеты до сих пор находятся на вооружении: в ВВС Пакистана имеется 45 "Миражей" III, Пакистана — 81, Швейцарии — 45, Бразилии — 16, Аргентины — 15, Ливана — 10. "Мираж"5 стоит на

вооружении ВВС Египта, Ливии, Чили, Колумбии, Габона, Пакистана, Перу, Венесуэлы, Объединенных Арабских Эмиратов.

"Мираж"III послужил прототипом сверхзвукового бомбардировщика "Мираж"IV. Идея постройки такого самолета возникла во второй половине 50-х годов, когда во Франции развернулись работы по созданию атомной бомбы. В связи с большими расходами, связанными с ядерной программой, при разработке самолета-носителя решили пойти наиболее простым и дешевым путем: построить бомбардировщик в виде увеличенного варианта уже существующего истребителя.

Контракт на создание "Миража"IV фирма Дассо получила в апреле 1957 г., первый опытный экземпляр был готов в декабре 1958 г., а его первый полет состоялся 17 июня 1959 г. под управлением Р.Главани. Так как самолет не имел принципиальных отличий от "Миража" III, никаких неожиданностей при испытаниях не было. В конце 1959 г., в 33-м полете, бомбардировщик достиг расчетной скорости М=2 и высоты 18000 м, а в 1960 г. на нем был установлен мировой рекорд в полете по 1000-километровому замкнутому маршруту — 1822 км/ч. После этого последовало решение о серийном выпуске. Он продолжался с 1963 по 1967 гг. На вооружение французких ВВС поступило 62 самолета.

Как я уже отмечал, по конструкции "Мираж" IV отличался от "Миража"III, главным образом, габаритами: по размерам он был больше примерно в полтора раза, по весу — втрое. Два расположенных в фюзеляже двигателя "Атар"9К создавали суммарную тягу 14000 кгс на форсаже и 9400 кгс на обычном режиме. Крыло по форме было такое же, как у "Миража"III, но имело меньшую относительную толщину: 3,8% у основания и 3,2% на концах. Оно было выполнено в виде кессона с толстой обшивкой, что позволило использовать весь внутренний объем крыла как топливный бак. Всю заднюю кром-

Бомбардировщик "Мираж"IV взлетает со стартовыми ракетными ускорителями.



ку занимали элевоны; вместо балансировочных закрылков бомбардировщик был оборудован системой перекачки горючего в специальный бак, расположенный в основании киля. Кабина — двухместная, впереди находилось кресло летчика, за ним — штурмана.

При проектировании "Миража"IV конструкторы столкнулись с проблемой, которая уже возникала в процессе разработки В-58: в забитом до отказа топливом и оборудованием фюзеляже не оставалось места для бомбоотсека. Поэтому атомную бомбу (ее мощность составляла около 60 кт, а вес — 1 т) пришлось подвесить снаружи, лишь немного "утопив" ее в специальном углублении в фюзеляже. Оборонительного вооружения на самолете не было — надеялись на его высокую скорость.

В момент появления "Миража"IV его рассматривали как временную замену настоящему бомбардировщику, значительно б льших размеров и грузоподъемности. Однако средств на создание такой машины не хватило, и "Мираж"IV так и остался единственным французским ударным самолетом стратегического назначения. В 80-е годы 12 самолетов переоборудовали в разведчики, а 18 машин приспособили для несения ракеты ASMP с ядерной боеголовкой. Сейчас на вооружении Франции осталось только пять “Миражей” IV.

Так же, как В-58, "Мираж"IV обладал весьма ограниченными радиусом действия и величиной бомбовой нагрузки, что снижало его ценность в роли стратегического бомбардировщика. В случае сверхзвукового броска к цели и возврата на базу на дозвуковой скорости максимально возможное удаление от места старта составляло всего 1240 км. Из этого следовало, что, к примеру, вторгнуться на территорию СССР самолет мог только в случае дозаправки в воздухе, а чтобы долететь до Москвы, потребовалось бы дважды прибегнуть к помощи топливозаправщика.

Главным достоинством французского сверхзвукового бомбардировщика была его сравнительно невысокая стоимость: на деньги, затраченные на один "Хастлер", можно было построить три "Миража"IV. Для не такой богатой как США Франции это имело большое значение. Кроме того, благодаря меньшей, чем у В-58, нагрузке на крыло самолет обладал лучшими взлетно-посадочными характеристиками. Поэтому число аварий за время эксплуатации было невелико.

"Миражи"IIIA, С, "Бальзак" и их "большой брат" "Мираж"IV представлены в экспозиции Музея авиации и космонавтики в Бурже. "Мираж"IIIC можно увидеть также в Музее ВВС, расположенном в швейцарском городе Дубендорф.

Еще одной европейской страной, где освоили выпуск сверхзвуковых самолетов-"бесхвосток", была Швеция. Это нейтральное государство стремилось самостоятельно развивать военную авиацию. После второй мировой войны шведским конструкторам удалось создать ряд истребителей, полностью оригинальных по конструкции и вполне отвечающих требованиям времени в техническом отношении. Одним из таких самолетов был J-35 "Дракен" ("Дракон").

Начало работ по этому самолету приходится на конец 40-х годов, когда авиастроительная фирма Свенска Аэроплан (SAAB) получила задание на истребитель, способный осуществлять перехват бомбардировщиков, летящих с околозвуковой скоростью. Понятно, что для этого он должен обладать возможностью полета с $M>1$. Задача усложнялась тем, что военные хотели эксплуатировать самолет со сравнительно небольших аэродромов. Следовательно, наряду с большой скороподъемностью и сверхзвуковой скоростью он должен был иметь взлетно-посадочные характеристики, как у дозвуковых машин.

Чтобы выполнить эти противоречивые условия, требовалось спроектировать легкий по конструкции аппарат с очень малым волновым сопротивлени-

ем и со сравнительно небольшой нагрузкой на крыло. Главные конструкторы фирмы SAAB Ларс Бризинг и Эрик Братт пришли к заключению, что наилучшие результаты даст применение схемы "бесхвостка" с тонким треугольным крылом малого удлинения.

До сих пор мы рассматривали дельтавидные самолеты с прямолинейной передней кромкой крыла. Шведские авиаконструкторы решили установить на истребителе крыло переменной стреловидности. У основания оно имело угол наклона около 80^0, а примерно на полуразмахе стреловидность уменьшалась до 57^0. Таким образом, крыло состояло как бы из двух треугольников, вписанных один в другой. Такая форма получила название "двойная дельта".

Крыло с изломом по передней кромке имеет ряд преимуществ перед обычным треугольным. Одни из них — б льшая подъемная сила частично "спрямленных" концов крыла на посадке, возможность увеличения высоты корневого сечения за счет удлиненной хорды — достаточно очевидны. Другие, например меньшее перемещение точки приложения подъемной силы при переходе на сверхзвук, стали известны позднее. Суть вышеупомянутого явления заключается в следующем: на дозвуковой скорости главным источником подъемной силы служат внешние части крыла, а при переходе через "звуковой барьер" характер обтекания меняется так, что вытянутая вперед корневая часть начинает активно генерировать направленную вверх силу, удерживая тем самым аэродинамический фокус от сдвига назад. Выяснилось также, что сходящие с основания крыла вихри улучшают боковую устойчивость самолета. Недостаток же крыла типа "двойная дельта" по сравнению с треугольным один: оно сложнее в производстве.

Надо сказать, что специалисты фирмы SAAB были не первыми, кто решил применить на летательном аппарате крыло переменной стреловидности. В 1940 г. в Японии Х.Кимура построил и испытал бесхвостый планер KU-3 с крылом, стреловидность которого резко менялась по размаху.[31] Чуть дальше я расскажу о работах Б.И.Черановского по "бесхвосткам" с треугольным крылом переменной стреловидности. Заслуга шведских конструкторов состоит в том, что они первыми довели идею до стадии самолета, причем не экспериментального, а серийного.

Появлению истребителя предшествовала большая подготовительная работа. Одним из ее этапов стало создание опытного реактивного самолета SAAB-210. Он предназначался для предварительного изучения характеристик треугольного крыла двойной стреловидности.



SAAB-210 — первый реактивный самолет с крылом типа "двойная дельта".

По схеме SAAB-210 был уменьшенной вдвое по размаху копией будущего истребителя. Воздухозаборники ТРД Армстронг-Сиддли "Аддер" с тягой 480 кгс вначале находились в носовой части фюзеляжа, затем, в процессе испытаний, их перенесли в основание крыла. Для изменения центровки в полете на самолете имелась система перекачки жидкости между балансировочными баками в носу и хвосте фюзеляжа.

Летные испытания SAAB-210 начались 6 декабря 1951 г. За год было сделано свыше ста полетов, б льшую часть которых выполнил ведущий летчик фирмы SAAB Б.Олув. Несмотря на небольшую мощность двигателя, самолет мог развивать скорость, как у лучших истребителей периода второй мировой войны — 650 км/ч. Характеристики машины на взлетно-посадочных скоростях — главная забота конструкторов дельтавидных "бесхвосток" — также оказались вполне приемлемыми.

По окончании испытаний SAAB-210 фирма получила контракт на постройку боевой машины — истребителя J-35 "Дракен". Ее первый полет состоялся 25 октября 1955 г. Вскоре после этого была достигнута сверхзвуковая скорость. В 1960 г. начался серийный выпуск самолета.

J-35 имел крыло с переменным углом стреловидности по передней кромке. При площади 49 м^2 его размах был всего 9,4 м. Таким образом, удлинение крыла равнялось 1,8 — меньше, чем у других реактивных "бесхвосток". Относительная толщина профиля составляла 5%; благодаря большой длине корневой части крыла ее высота оказалась достаточной, чтобы разместить внутри каналы воздухозаборников, топливные баки, ниши уборки шасси и даже кое-какое оборудование.

Истребитель был снабжен ставшей уже стандартной для "сверхзвуковиков" дублированной необратимой бустерной системой управления и механизмом загрузки рычагов управления, автоматически регулирующим величину усилия в зависимости от скорости полета. Органы управления состояли из двухсекционных элевонов, руля направления и аэродинамических тормозов.

В качестве силовой установки применялся турбореактивный двигатель Свенска RM6B — лицензионное воспроизводство английского Роллс-Ройс "Эвон". Общий объем топливных баков, расположенных в крыле и в фюзеляже, равнялся 4000 л. Порядок выработки топлива из баков регулировался электронно-механической системой. Это позволяло плавно менять положение центра тяжести самолета, а следовательно, и запас продольной устойчивости. В первой половине полета центровка постепенно перемещалась назад, увеличивая маневренность машины в момент выполнения боевого задания; во второй фазе полета центр тяжести перемещался вперед и при посадке занимал примерно такое же положение, как при взлете.

J-35 имел четырехопорное шасси. Четвертая, хвостовая опора облегчала выполнение посадки с большим углом атаки и обеспечивала более эффективное аэродинамическое торможение во время пробега — опираясь на нее, самолет катился по полосе с высоко поднятым носом.

Максимальная скорость истребителя на высоте 11000 м составляла 2125 км/ч, скороподъемность у земли — 175 м/с, практический потолок — 18000 м, радиус действия (без подвесных баков) — 560 км. Благодаря аэродинамическим достоинствам формы крыла J-35 и упомянутым выше особенностям шасси его посадочная скорость (215 км/ч) была значительно меньше, чем у "Миража"III, имеющего такую же нагрузку на крыло. Вооружение состояло из двух 30-мм пушек "Аден" английского производства и управляемых ракет класса "воздух-воздух".



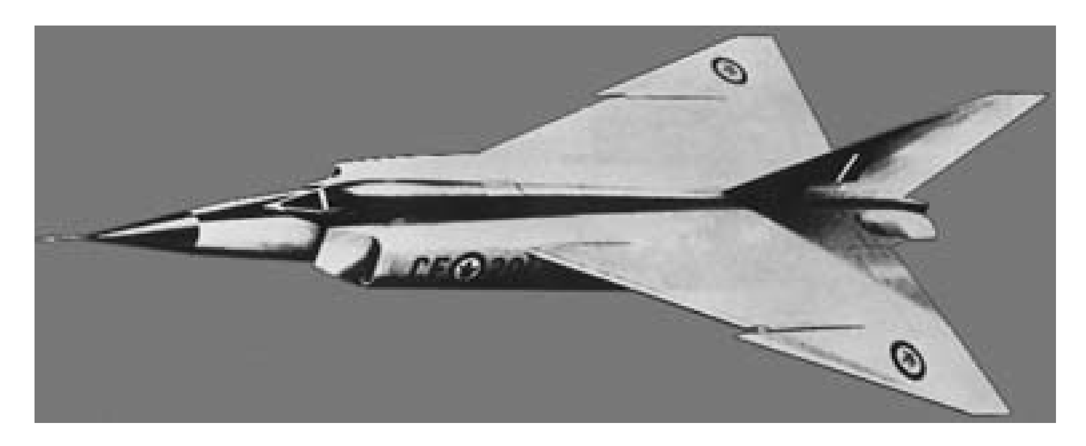
J-35A в филиале Немецкого музея в Шляйсхайме.

Производство самолета продолжалось до начала 70-х годов, пока ему на смену не пришел истребитель JA-37 "Вигген", выполненный по схеме "утка". За этот период заводы выпустили около 600 "Дракенов". В течение почти двух десятилетий они являлись основными истребителями-перехватчиками вооруженных сил Швеции, а также поставлялись в военно-воздушные силы Австрии, Дании и Финляндии.

J-35 находится в коллекциях технических и военный музеев Швеции (8 самолетов), Германии (1 самолет), Бельгии (1 самолет).

Швеция была не единственным нейтральным государством, прилагавшим усилия для создания собственных сверхзвуковых самолетов. В Канаде в 50-е годы построили и испытывали двухместный истребитель-перехватчик CF-105 "Эрроу" ("Стрела"), рассчитанный на полет со скоростью, более чем вдвое превышающей скорость звука. Его спроектировали на фирме Авро-Канада.

"Авро-Канада" являлась отделением английской самолетостроительной фирмы Авро. После войны она стала работать на канадскую индустрию. В 1951 г., уже через год после выпуска дозвукового истребителя CF-100 "классической" схемы, там занялись проектированием сверхзвуковой боевой машины для ПВО страны. С помощью Канадского авиационного научно-исследовательского института были определены схема и основные параметры самолета. Это должна была быть "бесхвостка" с двумя мощными турбореактивными двигателями канадского производства, рассчитанная на полет с М=2,35. Так как появление такой машины позволило бы на долгие годы обеспечить канадские ВВС первоклассной техникой, военное руководство проявило к проекту большой интерес и в 1954 г. выделило средства на постройку двух опытных самолетов. Первый из них, CF-105 Mk.1, был построен в середине 1957 г., а 25 марта 1958 г. летчик Я.Жураковский приступил к испы-



Канадский CF-105 был построен только в одном экземпляре.

таниям машины. Канадские ТРД находились еще в стадии испытаний, поэтому на самолет установили два американских Пратт-Уитни J-75.

От других истребителей-"бесхвосток" CF-105 отличался, прежде всего, размерами и весом. Он имел размах 15 м, а взлетный вес самолета достигал 34 тонн — больше, чем у зачисленного в ранг стратегических бомбардировщиков "Миража"IV. Эта "переразмеренность" объясняется желанием конструкторов и военных обеспечить перехватчику такой радиус действия, чтобы он, базируясь на аэродромах южной индустриальной части страны, мог "достать" противника в самых отдаленных приграничных районах, в том числе и в заполярной зоне Канады. Отсюда — необходимость в огромном запасе топлива и, как следствие, большие размеры и вес машины.

Самолет имел верхнерасположенное треугольное крыло. Такая компоновка облегчала доступ к двигателям и оборудованию, но зато увеличивала высоту подкрыльевых стоек шасси. Относительная толщина профиля была менее 4%, угол стреловидности — 62^0. Перехватчик планировалось снабдить автоматической системой наведения и управления огнем "Хьюз", такой же, как на американском F-102. Влияние США сказалось и на выборе вооружения — оно должно было состоять только из управляемых ракет класса "воздух-воздух".

На испытаниях CF-105 Mk.1 достиг скорости 1600 км/ч. Серийные самолеты планировалось снабдить ТРД "Ирокез" Р-13 канадской фирмы Оренда с тягой 9000 кгс (13600 кгс — на форсаже). По расчетам, с ними CF-105 должен был развивать скорость 2500 км/ч и набирать высоту 21000 м за 4 минуты. Ни один самолет конца 50-х годов не обладал такими характеристиками.

Но чем совершеннее самолет, тем он дороже. Когда выяснилось, что с учетом проектно-конструкторских работ выпуск ста самолетов обойдется казне в 1,6 млрд. долларов, правительство в 1959 г. распорядилось прекратить испытания и аннулировало заказ на производство первых 37 "Эрроу". Оно нашло более дешевую замену CF-105 — американские зенитные ракеты "Бомарк". С 60-х годов Канада формирует свои ВВС на основе американской авиатехники.

В Аргентине в 50-е годы также проектировали сверхзвуковой истребитель-"бесхвостку" с треугольным крылом. Инициатором и руководителем проекта был небезызвестный Р.Хортен. По существу это было продолжением работ по созданию сверхзвукового перехватчика, проводимых Хортеном в Германии в конце второй мировой войны.

Самолет, который назвали I.Ae.37, должен был представлять собой "летающее крыло" с размахом 10 м и стреловидностью $63{,}4^0$. В соответствии с "творческим кредо" Р.Хортена летчика решено было расположить лежа в вы-

ступающей вперед конусообразной застекленной гондоле. Два турбореактивных двигателя аргентинского производства планировалось поместить внутри крыла. Они должны были развивать тягу, достаточную для полета со скоростью 1300 км/ч. Взлетный вес перехватчика оценивался в 7000 кг.

Работы начались в 1953 г. с испытаний беспилотной модели, запускаемой с помощью катапульты. Следующим этапом явилась постройка планера I.Ae.37-P, по размерам и форме точно соответствующего истребителю. На нем выполнили 50 полетов, затем над пилотом сжалились, переделали "лежачий отсек" в обычную кабину с креслом, и испытания продолжились. Среди летчиков, пилотировавших I.Ae.37-P, был и испытатель первых "летающих крыльев" братьев Хортен Хайнц Шайдхауэр.

Пока исследовались характеристики безмоторного прототипа, Р.Хортен спроектировал двухместный дальний разведчик I.Ae.48 с двумя турбореактивными двигателями фирмы Роллс-Ройс под крылом, с тягой по 5000 кгс каждый. В отличие от I.Ae.37 самолет должен был иметь фюзеляж и крыло тонкого профиля. Расчетная максимальная скорость I.Ae.48 составляла 2335 км/ч.

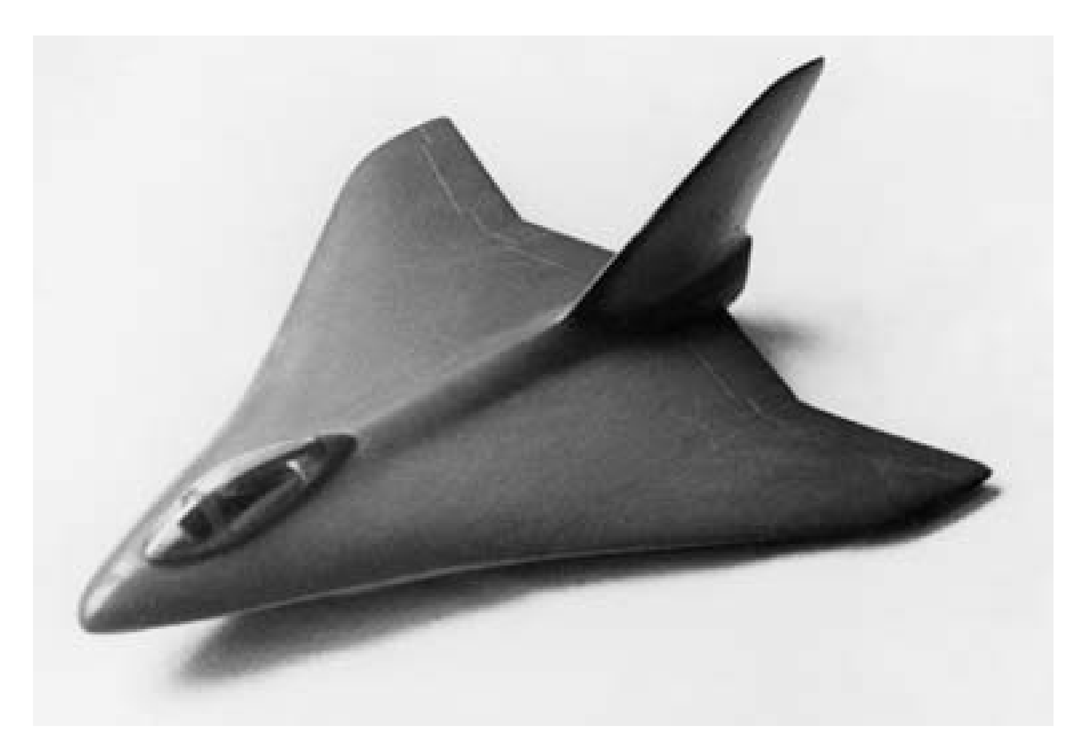
В 1959 г., когда уже началась постройка двух I.Ae.37 и подготовка к изготовлению первого I.Ae.48, правительство прекратило финансирование работ. Причина была все та же — нехватка денег у государства.

В нашей стране в первые два послевоенных десятилетия реактивных "бесхвосток" не строили, хотя предложений было немало. Дело заключалась не в экономике — страна "вытягивала" куда более дорогостоящие проекты, просто ведущие научные организации, определявшие техническую политику в самолетостроении, как правило, не поощряли отход от "классической" схемы. Основоположник отечественного "бесхвосткостроения" Б.И.Черановский в своей рукописи "Летающее крыло" (1953 г.) отмечал: "В то время, как мы безрезультативно обращались за помощью в наши научные и административные учереждения, подвергались критике незадачливых теоретиков, заграницей практически глубоко занимались изучением вопроса, всесторонне исследовали различные формы и конфигурации Л.К. (летающего крыла — *Д.С.*). Мы отстали невероятно. Нам нужно догонять упущенное."[32]

Свою роль сыграло и то, что такие известные немецкие конструкторы "бесхвосток", как А.Липпиш и Р.Хортен, после окончания войны оказались в распоряжении союзных войск западных стран.

И все же кое-что в этом направлении было сделано. Я уже писал о проекте двухдвигательной "бесхвостки" И.В.Четверикова. Тогда же, в 1947—1948 гг., Б.И.Черановский, возглавлявший в это время небольшое конструкторское бюро при Московском авиационном институте, разработал проект одноместного реактивного самолета Че-24 типа "летающее крыло". Самолет отличался "зализанными" очертаниями, более характерными для самолетов наших дней, чем для "бесхвосток" 40-х — 50-х годов. Треугольное крыло плавно меняющейся стреловидности по форме напоминало крыло "Конкорда" или первого Ту-144. Его размах был около 7 м, удлинение — 1,8. "При выборе схемы предполагалось, — отмечал конструктор, — что подобная форма крыла обеспечивает удовлетворительные аэродинамические характеристики самолета на околозвуковых и малых скоростях полета."[33]

В слегка выступающем из крыла фюзеляже должен был находиться турбореактивный двигатель А.М.Люлька ТР-1А, воздухозаборники располагались на передней кромке крыла. Расчетный взлетный вес Че-24 составлял 4500 кг, максимальная скорость полета — 1000—1050 км/ч. Самолет планировалось построить в трех экземплярах на авиационном заводе №30 в Москве и передать на испытания в конце 1948 г.[34]



Модель истребителя Че-24.

Для проверки устойчивости и управляемости спроектированного самолета при небольших скоростях полета в МАИ в 1948 г. построили два планера с крылом переменной стреловидности. Первый из них, Че-22 (БИЧ-22), был одноместным, с крылом размахом 7,5 м и удлинением 4. Второй планер, Че-23 (БИЧ-23), имел двухместную кабину и предназначался для обучения пилотированию на "летающем крыле". Он отличался также большей стреловидностью концов крыла, поэтому размах получился меньше — 6,7 м. Обе машины имели деревянную конструкцию, обшитую частично фанерой, частично полотном.

Испытания Че-22 начались осенью 1948 г., Че-23 — в феврале 1949 г. И.А.Петров, летавший на этих машинах, отмечал хорошую устойчивость и управляемость планеров, а 17 июня 1949 г. во время воздушного параде в Тушине он с успехом продемонстрировал на Че-22 весь комплекс фигур высшего пилотажа. После этого Добровольное общество содействия авиации (ДОСАВ) решило выпустить серию из десяти Че-22. "Летные испытания показали, что планер БИЧ-22 обладает хорошими летными и аэродинамическими данными и, кроме того, он весьма интересен по конструктивному замыслу", — писал руководитель ДОСАВ А.Волков в Совет Министров, обосновывая этот заказ.[35]

Производство планеров было освоено в конце 1949 г. в одной из подмосковных мастерских ДОСАВ, но при испытаниях первой серийной машины произошла авария, стоившая Петрову жизни, и выпуск Че-22 прекратили. Это печальное событие поставило крест на дальнейшей авиаконструкторской деятельности Б.И.Черановского. А жаль — проект Че-24 был весьма многообещающим.

Другой организацией, где после войны велись работы по созданию реактивной "бесхвостки" с треугольным крылом, стало ОКБ Новосибирского авиазавода (завод № 153). Руководил им Олег Константинович Антонов.

Задание на создание экспериментального истребителя, получившего условное обозначение "М", Москва дала весной 1947 г. Это должен был быть одноместный самолет схемы "летающее крыло" с двумя ТРД РД-10 с тягой по

900 кгс, расположенными в основании крыла, и с расчетной скоростью полета 950 км/ч.[36] Однако вскоре истребитель перепроектировали под один более мощный двигатель РД-45. Из-за больших поперечных размеров РД-45 диаметр фюзеляжа пришлось увеличить, т.е. отойти от схемы "летающее крыло". Длина самолета равнялась 10,6 м, размах — 9,3, удлинение крыла — около 3.

Как тогда было принято, прежде, чем приступить к изготовлению самолета, построили его безмоторный аналог. Планеру дали обозначение Э-153. Для взлета за самолетом-буксировщиком использовалась отделяемая тележка, посадка должна была осуществляться на прикрепленную под фюзеляжем лыжу.

Испытывать Э-153 поручили М.Л.Галлаю, имевшему опыт полетов на "бесхвостке" Ме-163. Но в воздухе машина так и не побывала: в июле 1948 г., когда все было готово к первому полету, из Министерства авиационной промышленности, проводившего тогда сокращение экспериментальных тем, пришел приказ прекратить работы по истребителю. Вскоре изменилась и направленность деятельности ОКБ Антонова: там сконцентрировались на создании военно-транспортных и пассажирских самолетов.[37]

В 1949 г. на подмосковном Опытном заводе № 1, где находились вывезенные из Германии после войны авиационные специалисты, началось проектирование сверхзвукового перехватчика схемы "бесхвостка" с треугольным крылом малого удлинения. Инициатором этого замысла был бывший конструктор фирмы Хейнкель Зигфрид Гюнтер. За основу самолета, получившего обозначение "486", взяли экспериментальный ракетный самолет "346" со стреловидным крылом и обычным хвостовым оперением, построенный в 1946 г. в Германии и позднее испытывавшийся в СССР.

Так же, как "346", "486" должен был быть снабжен многокамерным ЖРД. Крыло имело стреловидность по передней кромке 60^0, на задней кромке находились закрылки и элевоны. Взлет предполагалось осуществлять с отделяемой тележки, посадку — на лыжу.

Для проведения предварительных испытаний и снятия летных характеристик на скорости до 500 км/ч в 1950 г. на заводе построили деревянный планер "466", повторявший по схеме самолет "486". Начались его продувки в аэродинамической трубе ЦАГИ.

Однако к тому времени стало очевидно, что применение ЖРД на боевых самолетах нецелесообразно, так как продолжительность полета слишком мала. Поэтому летом 1951 г. МАП распорядилось прекратить финансирование проекта.[38]

Картина развития реактивных "бесхвосток" с треугольным крылом в 50-е и начале 60-х годов была бы неполной без упоминания об опытах применении этой схемы на самолетах вертикального взлета и посадки (СВВП). Создателей первых СВВП привлекала компактность и меньший вес конструкции самолета без горизонтального оперения.

Известны четыре экспериментальные вертикально-взлетающие "бесхвостки". Это — американские Конвэр XFY-1 (1954 г.) и Райан X-13 (1955 г.), английский Шорт S.C.1 (1957 г.) и французский Дассо "Бальзак" (1962 г.), представляющий собой модификацию истребителя "Мираж"III. Турбовинтовой XFY-1 и турбореактивный X-13 были спроектированы для взлета и посадки с вертикальным положением фюзеляжа; английский и французский СВВП имели в фюзеляже специальные взлетные двигатели, направленные соплами вниз, и могли подниматься вверх из обычной горизонтальной позиции.

Все указанные машины в процессе испытаний доказали способность вертикально подниматься в воздух и опускаться на землю. Тем не менее, ни один из них не стал образцом для серийной машины. Идея стартующего в верти-

кальном положении самолета оказалась неприемлемой из-за отсутствия у летчика обзора вниз при взлете и посадке, а основным камнем преткновения на начальном этапе развития СВВП с подъемными двигателями была ненадежность техники обеспечения устойчивости и управляемости во время перехода от горизонтального к вертикальному полету. Так, катастрофа "Бальзака" в 1965 г. произошла из-за потери поперечной устойчивости во время посадки.

В целом же, 50-е годы можно назвать "золотым веком" бесхвостых самолетов. Из восемнадцати типов зарубежных сверхзвуковых самолетов, строившихся серийно в то время, семь имело схему "бесхвостка". В основном, это были истребители. Их общий выпуск составил около 2500 экземпляров. Большинство этих машин характеризовалось вполне нормальной устойчивостью и управляемостью, они были более технологичны в производстве, чем самолеты обычной схемы. Как отмечалось, на "бесхвостках" установили целый ряд мировых рекордов скорости, высоты и скороподъемности.

Несмотря на это, в 60-е годы интерес к военным самолетам бесхвостой схемы резко упал. Это объясняется, прежде всего, возросшим вниманием к характеристикам маневренности. В 50-е и начале 60-х годов основными требованиями, предъявляемыми к истребителю, были большая высота и скорость полета. Применение схемы "бесхвостка" вполне отвечало этим условиям. Однако опыт применения авиации в военных конфликтах 60-х годов показал, что маневренность самолета по-прежнему играет чрезвычайно важную роль в воздушных боях. А по этому показателю "бесхвостка" проигрывала "нормальному" самолету: при резком отклонении элевонов вверх подъемная сила крыла в первый момент падала, вместо того, чтобы сразу начать набор высоты, машина "проваливалась" и только потом начинала "идти за ручкой". Хуже были и разгонные характеристики бесхвостого истребителя — сказывалась б льшая площадь крыла.

Следует напомнить также о меньшем по сравнению с обычным самолетом значении коэффициента подъемной силы при посадке. Для аппаратов с треугольным крылом этот недостаток усугублялся тем, что очень большие углы атаки, на которых могло бы быть реализовано максимальное значение подъемной силы ($20^0 - 25^0$), были неприменимы из-за опасности касания хвостовой частью фюзеляжа взлетно-посадочной полосы и неудовлетворительного обзора из кабины летчика. Да и управлять самолетом на этих, близких к критическим, углах было непросто.

Итак, в 60-е годы "бесхвостка" вышла из фавора. За это десятилетие был построен только один новый боевой самолет данной схемы. Зато по своей конструкции и характеристикам это была поистине уникальная машина. Речь пойдет о стратегическом разведчике Локхид SR-71.

Разработка самолета началась в 1959 г., когда ЦРУ объявило конкурс на создание машины для замены разведчика Локхид U-2. Длиннокрылый U-2 мог совершать полеты на высоте более 21 км, что одно время делало его недосягаемым для советских истребителей. Однако специалисты понимали, что техника ПВО развивается и скоро разведчик утратит свою неуязвимость. Они как в воду глядели: 1 мая 1960 г. зенитная ракета сбила U-2 в районе Свердловска. За этим инцидентом последовали другие. U-2 сбивали советскими ракетами и над Китаем, и над Кубой. Срочно требовался новый самолет-разведчик.

Победителем в конкурсе стал проект Клэренса Джонсона, главного конструктора U-2. Если раньше основной характеристикой была высотность, то теперь ставку сделали на скорость. Новый стратегический разведчик должен был летать в три раза быстрее звука!





Вертикально-взлетающие “бесхвостки”:
Шорт SC.1 (а), Конвэр XFY-1 (б), Дассо “Бальзак” (в).

Пожалуй, ни один американский самолет не был окружен такой пеленой секретности, как SR-71. Один из его создателей, Бен Рич, вспоминает: "О работах по самолету знали только руководители ЦРУ, несколько человек из ВВС, несколько конгрессменов и, конечно, президент Эйзенхауэр. Засекреченность была не меньше, чем во времена "Манхеттенского проекта" (программа создания атомной бомбы — *Д.С.*)... Нам, участникам проектирования, было запрещено упоминать название "Локхид", на чертежах никогда не ставился штамп с указанием разработчика. Части для самолета высылались на адрес несуществующей фирмы C&J Engineering; мы же, отправляя письма, должны были пользоваться почтовыми отделениям в разных частях города. В помещения, где велось проектирование, никого не допускали, даже уборщиков."[39]

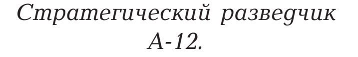
Первый раз официальные лица упомянули о самолете в печати в 1964 г., когда он уже вовсю летал: машина, пилотируемая Лу Шальком, впервые поднялась в воздух 26 апреля 1962 г. Но даже сейчас, через тридцать пять лет после первого полета, многие моменты из его истории по-прежнему остаются за семью печатями.

Испытания опытных образцов проходили на секретной базе ВВС Палмдейл в пустыне штата Невада. Первые экземпляры представляли собой одноместный разведчик, носивший обозначение А-12. Они имели взлетный вес 53100 кг и были снабжены двумя двигателями J-75 с тягой по 7720 кгс. С 1963 г. на самолет стали устанавливать новые ТРД J-58, развивавшие вдвое б льшую тягу.

Испытания шли не гладко: к 1967 г. из пятнадцати построенных А-12 из-за неполадок в системе управления и топливной системе разбились четыре машины. Но главное было достигнуто — самолет летал со скоростью М=3 (впервые "трехмаховый" рубеж был преодолен в июле 1963 г.). По неофициальным данным, в ноябре 1964 г. на А-12 выполнили первый разведывательный полет над Кубой; в 1967 г. три самолета были направлены на авиабазу на японском острове Окинава для воздушной разведки в небе Вьетнама и Северной Кореи. Разведывательные полеты происходили на высоте 24000 м при скорости 3325 км/ч.

В октябре 1964 г. на военно-воздушной базе Эдвардс журналистам продемонстрировали три самолета YF-12A — двухместные истребители-перехватчики, созданные в 1963 г. на основе А-12. Они имели мощный радиолокатор фирмы Хьюз весом более 600 кг и несли во внутренних отсеках управляемые ракеты GAR-9 класса "воздух-воздух".

В серию эти машины не пошли, а вот следующий вариант — двухместный стратегический разведчик SR-71 — был принят на вооружение и применялся долгие годы.



Стратегический разведчик А-12.





А-12 в двухместном учебно-тренировочном варианте.

Когда в журналах появились фотографии YF-12A, а затем и SR-71, первое, что бросалось в глаза — это абсолютно сюрреалистический облик самолета. Он не имел даже отдаленного сходства ни с одним из летательных аппаратов прошлого. Позднее выяснилось, что и "внутреннее содержание" машины под стать ее необычной форме. Недаром 24 сентября 1964 г. президент Линдон Джонсон вручил Клэрэнсу Джонсону за создание самолета высшую награду Национальной аэронавтической ассоциации США.

Так как А-12, YF-12A и SR-71 не очень сильно отличались по конструкции, я остановлюсь в деталях только на последней из этих машин. О ней впервые стало известно из речи Линдона Джонсона в Конгрессе 24 июля 1964 г.:

"Я бы хотел сообщить, — заявил тогда президент США, — об успешном развитии программы нового пилотируемого летательного аппарата для Стратегического авиационного командования. Это новый самолет SR-71 — перспективный дальний стратегический военный разведчик, способный вести разведку в любых точках Земного шара. ...Самолет будет летать со скоростью, более чем в три раза превышающей скорость звука и на высоте более 80000 футов. На нем будет установлено самое совершенное в мире разведывательное оборудование. Появление этого самолета обеспечит стратегические вооруженные силы США беспрецедентным средством для ведения дальней разведки.

Самолет будет применяться как во время военных действий, так и в ситуациях, при которых существует опасность конфронтации вооруженных сил США с войсками других стран.

На SR-71 стоят те же двигатели J-58, как на упоминавшемся ранее экспериментальном перехватчике (YF-12A — *Д.С.*), но самолет имеет значительно больший вес и большую дальность полета. Возросший взлетный вес позволяет разместить на самолете разнообразное оборудование для выполнения Стратегическим авиационным командованием дальней разведки в военной обстановке.

Программа создания SR-71 стоимостью миллиард долларов началась в 1963 г. Испытания первого боевого самолета состоятся в начале 1965 г., вскоре после этого самолеты начнут поступать на вооружение Стратегического авиационного командования."[40]

Первый полет SR-71 произошел 19 октября 1964 г., т.е. раньше намеченной даты. Самолет пилотировал Боб Гиллиланд. Машина находилась в воздухе более часа и достигла сверхзвуковой скорости, что является своего рода рекордом для первого испытательного вылета. После "доводочной" стадии, занявшей около двух лет, SR-71 поступил на вооружение.

Главная особенность аэродинамической компоновки SR-71 — это применение "сплющенного" из-за развитых боковых наплывов фюзеляжа, создающего в полете подъемную силу. Наплывы имелись также в зоне соединения

крыла и гондол двигателей. Это было сделано для того, чтобы максимально "сгладить" перераспределение аэродинамических сил на сверхзвуке, сказывающееся в падении аэродинамического качества — стратегический разведчик должен иметь большую дальность полета. Внешние части крыла, снабженные элеронами, имели спереди заметную коническую крутку, помогающую уменьшить индуктивное сопротивление на дозвуковой скорости. Рули высоты расположены ближе к основанию крыла. Относительная толщина профиля 3,2%, т.е. меньше, чем у других "бесхвосток"; стреловидность внешних частей крыла 53^0.

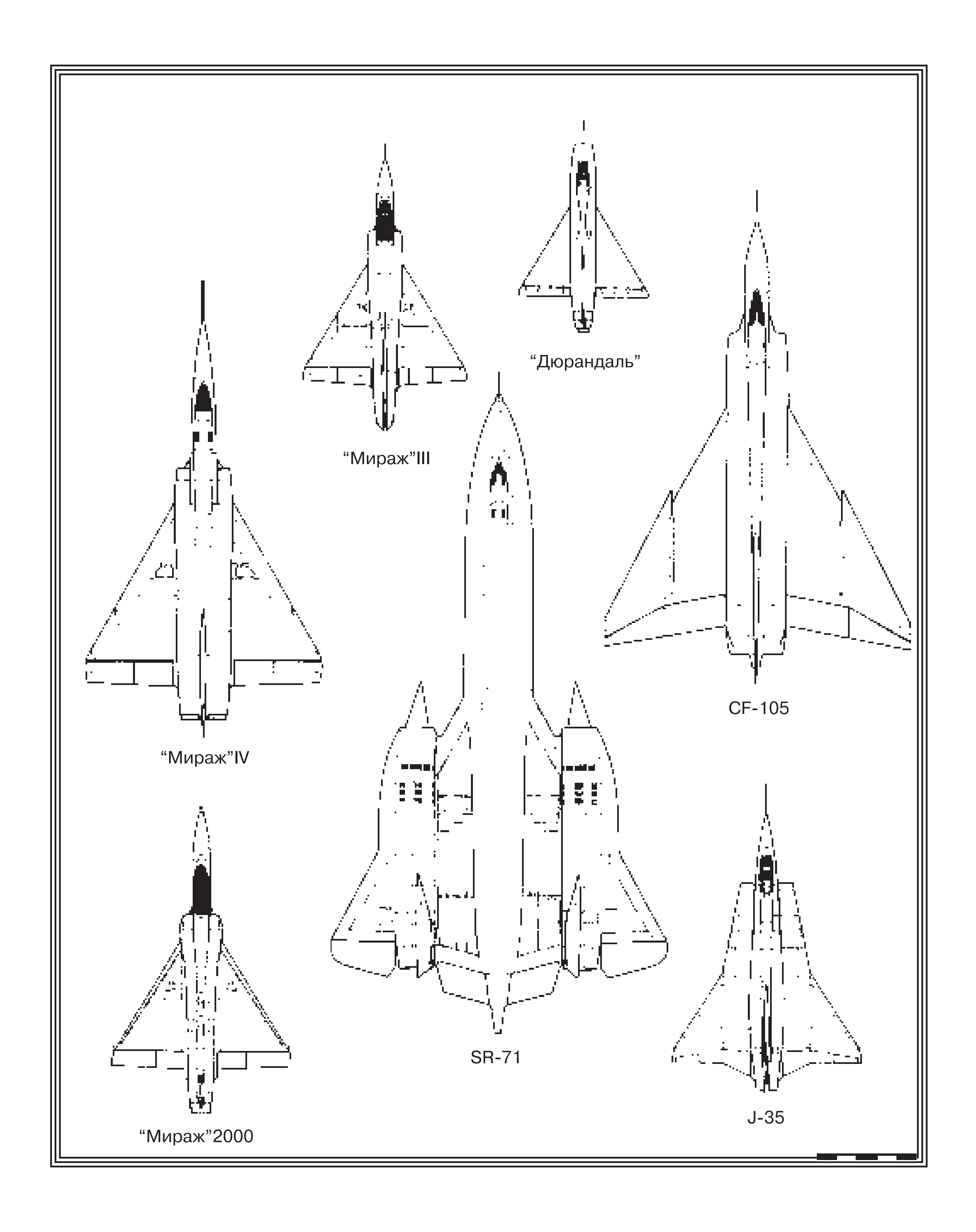
В связи с тем, что двигатели на SR-71 разнесены на довольно большое расстояние, отказ одного из них вызвал бы очень сильный разворачивающий момент. Чтобы удержать самолет на курсе, требовались мощные рули. Поэтому вместо привычного центрального киля с рулем направления Джонсон применил двухкилевое оперение, причем кили не имели рулей, а могли сами поворачиваться вокруг оси. Для улучшения продольной устойчивости они были "завалены" внутрь на угол 15^0. Отклонение килей, так же, как и других поверхностей управления, осуществлялось, естественно, с помощью гидроусилителей.[41]

Много сложных проблем вызывал нагрев конструкции во время полета с максимальной скоростью. С ними столкнулись еще при создании В-58, но тот самолет был "двухмаховый", а SR-71 должен был летать с М=3. Так как превращающаяся в тепло кинетическия энергия частиц воздуха пропорциональна квадрату скорости, то температура нагрева получалась вдвое больше, чем у В-58 — более 3000°С. Поэтому специалистам фирмы Локхид пришлось отказаться от дюралюминиевых сплавов и применить более жаростойкий, но и значительно более дорогой и сложный в производстве титановый сплав. Из этого сплава изготовлено 85% конструкции, остальные 15% приходятся на композиционные материалы. Прозрачные панели кабины были выполнены из кварца. Чтобы улучшить отдачу тепла в атмосферу, самолет покрыли специальной черной краской, поэтому он получил название "Блэкберд" ("Черный дрозд").

Немало неприятностей доставляло коробление обшивки из-за неравномерности нагрева различных ее частей в полете. В конце концов в самой термонапряженной части крыла — между двигателями — обшивку решили сделать гофрированной. Теперь при нагреве она уже не вспучивалась: расположенные "по-потоку" выступы и вогнутости играли роль продольных ребер жесткости, а температурное расширение в направлении поперечной оси поглощалось способностью гофрированного листа сжиматься и распрямляться, как гармошка. Так казалось бы давно ушедшая в историю гофрированная обшивка еще раз послужила авиации.

Самолет имел двигатели J-58, специально разработанные для него фирмой Пратт-Уитни. Каждый из них на форсаже мог развивать тягу 14740 кгс. В то время это были самые мощные турбореактивные двигатели. Регулируемые воздухозаборники были сконструированы таким образом, что при максимальной скорости полета брали на себя основную работу по сжатию воздуха и тот поступал по обводным каналам прямо в форсажную камеру. В результате из турбореактивного двигатель, по существу, становился прямоточным. Это позволяло экономить топливо, так как при очень большой скорости КПД прямоточного возушно-реактивного двигателя выше, чем у обычного ТРД.

Топливные баки занимали почти всю длину фюзеляжа. Их общая емкость составляла более 40 тысяч литров. Из-за динамического нагрева конструкции стенки баков могли накаляться до 280°С, поэтому для SR-71 пришлось создать специальное горючее, с необычно высокой температурой воспламенения. Бы-


“Мираж”III
“Дюрандаль”
“Мираж”IV
CF-105
SR-71
“Мираж”2000
J-35

ли разработаны также особые термостойкие сорта масла и гидравлической жидкости.

Основные стойки шасси имели не два или четыре, как принято, а три колеса. Покрышки были сделаны из специального синтетического материала, сохраняющего прочность при высоких температурах. Они выдерживали разбег до скорости 555 км/ч.

SR-71 поступил на вооружение летом 1966 г., до конца 1967 г. был построен 31 самолет. Стоимость каждого из них превышала 50 млн. долларов. SR-71 использовался почти во всех "горячих точках" планеты, но сбить его ни разу не удалось. Вместе с тем, довольно много машин погибло в авариях: только за один 1967 г. было потеряно три самолета.

При полете на задание SR-71 обычно взлетал с неполными баками. Затем он получал топливо от самолета-заправщика и на сверхзвуковой скорости совершал облет и фотографирование цели. Радиус действия самолета составлял около 2500 км, максимальная скорость полета — 3420 км/ч (на высоте более 23 км), практический потолок — 25000 м.

По отзывам летчиков, на дозвуковой скорости самолет довольно неповоротлив, на сверхзвуке пилотировать его приятнее. Благодаря наличию электронной системы повышения устойчивости он хорошо "держит" заданную траекторию полета. Никакой посадочной механизации на крыле нет, но из-за образующейся при приземлении мощной "воздушной подушки" посадочная скорость SR-71 не больше, чем у других тяжелых сверхзвуковых самолетов — около 300 км/ч.[42]

Мощный кондиционер поддерживал в кабинах летчика и оператора бортового оборудования нормальную температуру. После посадки экипаж еще с полчаса должен был находиться в самолете, дожидаясь, пока остынет раскаленный фюзеляж и к кабине можно будет приставить стремянку для выхода.

SR-71 находились на вооружении более 20 лет. Общий налет всего парка самолетов составил 53490 часов, из них 11675 часов — со скоростью M>3. Предполетная подготовка этой сверхсложной машины требовала массу времени, а один вылет стоил многие десятки тысяч долларов, так что существование "чудо-разведчика" обходилось стране недешево. В конце 80-х годов, в связи с развитием технических возможностей спутников-"шпионов" с одной стороны, и с "потеплением" международной обстановки, связанным с демократическими переменами в СССР — с другой, было принято решение снять SR-71 с вооружения. Из оставшихся к этому времени 20 самолетов часть передали в музеи (в частности — в Музей ВВС в Райт-Филде и в Аэрокосмический музей в Вашингтоне), три SR-71 направили в НАСА для использования при исследованиях атмосферы, а несколько экземпляров законсервировали, чтобы при необходимости их можно было снова ввести в строй. В 1994 г. Конгресс США решил вернуть на вооружение три машины, предварительно переоснастив их самым современным оборудованием.

SR-71 является держателем многих абсолютных мировых рекордов. Среди них — рекорд скорости на дистанции 15—25 км (3530 км/ч) и рекорд высоты в горизонтальном полете, равный 25929 м. Они были установлены в 1976 г. и остались непревзойденными. Последний рекорд SR-71 поставил 6 марта 1990 г. во время перелета из Калифорнии в Вашингтон для передачи самолета в Аэрокосмический музей. Расстояние от Тихого до Атлантического океана SR-71 преодолел за 67 минут 54 секунды, показав на этом сверхдальнем маршруте среднюю скорость 3418 км/ч.

SR-71 — самый скоростной серийный самолет.

В конце 60-х — начале 70-х годов в СССР также велись работы по созданию "трехмахового" боевого самолета-"бесхвостки". Речь идет о проекте стра-


U.S. AIR FORCE

тегического многоцелевого ударно-разведывательного самолета ОКБ П.О.Сухого Т-4МС ("200") со взлетным весом 170 т и расчетной дальностью полета 16000 км. Он должен был действовать на высокой скорости как с больших (11—18 км), так и с предельно малых высот. Замысел не был реализован, но с технической точки зрения он настолько интересен, что о нем нельзя не рассказать. Вспоминает один из авторов проекта, Олег Сергеевич Самойлович:

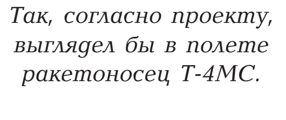
"Аванпроект самолета Т-4МС разрабатывался по конкурсу, проводимому между конструкторскими бюро П.О.Сухого, А.Н.Туполева и В.М.Мясищева во исполнении Постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 28.11.1967 г. В качестве первоначального варианта самолета в КБ Сухого рассматривалась возможность воспроизводства в увеличенном масштабе двухрежимного дальнего самолета-ракетоносца Т-4М схемы "утка" с крылом изменяемой стреловидности (модификация сверхзвукового самолета-ракетоносца с крылом типа "двойная дельта" Т-4). Однако проведенные проработки показали, что прямое масштабное изменение самолета Т-4М приводит к резкому росту габаритов и веса самолета и невозможности размещения всей заданной номенклатуры вооружения. Стало ясно, что нужно искать новые варианты аэродинамической компоновки самолета.

Окончательным вариантом компоновки, принятым в аванпроекте, явилась схема типа "летающее крыло" малого удлинения, оснащенное поворотными консолями малой (по отношению к несущему корпусу) площади.

Компоновочная схема была разработана ведущим конструктором Л.И.Бондаренко под руководством начальника отдела проектов О.С.Самойловича и главного конструктора Н.С.Чернякова.

Профиль несущего корпуса с относительной толщиной 6% имел деформацию срединной поверхности и геометрическую крутку, обеспечивающую самобалансировку самолета на скорости полета М=3. Деформация и крутка распространялись и на поворотные консоли, имевшие переменную по размаху толщину — от 11% до 7%.

Фюзеляж, как таковой, на самолете отсутствовал, строительные высоты обеспечивали нормальное размещение кабины экипажа и отсеков вооружения внутри несущего корпуса.


Так, согласно проекту, выглядел бы в полете ракетоносец Т-4МС.



Поворотные консоли имели предкрылки и поворотные закрылки, расположенные по всему размаху консолей.

Балансировка и управление самолетом в продольном канале осуществлялись рулями высоты, расположенными на задней кромке несущего корпуса между мотогондолами. Для создания дополнительного кабрирующего момента при отклоненных закрылках на режимах взлета и посадки самолета применялись щитки, расположенные на верхней поверхности несущего корпуса над мотогондолами.

Обеспечение устойчивости и управляемости в путевом канале осуществлялось двумя цельноповоротными килями. Органами поперечного управления служили кренеры (разновидность интерцепторов, предложенная Л.И.Бондаренко), расположенные на верхней поверхности поворотных консолей.

Система управления самолетом — электродистанционная, с четырехкратным резервированием, обеспечивающая искусственную устойчивость при собственной статической неустойчивости 2—3%.

По результатам испытаний моделей самолета в аэродинамических трубах ЦАГИ были получены очень высокие значения максимального аэродинамического качества: 17,5 на М=0,8 (крыло развернуто) и 7,3 на М=3,0 (крыло сложено).

Самолет проектировался под двигатели К-101 с изменяемой, в зависимости от режима полета, степенью двухконтурности (главный конструктор П.А.Колесов). На Т-4МС должны были стоять 4 двигателя с максимальной тягой по 20 т каждый, расположенные в двух мотогондолах, подвешенных под несущим корпусом.

В конструкции самолета широко использовались композиционные материалы и высокопрочные титановые сплавы, что позволяло при нормальном весе боевой нагрузки 9 т, размещаемой в двух отсеках вооружения, получить весовую отдачу по топливу, равную 62%.

Экипаж состоял из летчика, штурмана-оператора и бортинженера, которые находились в кабине, не имевшей традиционного фонаря. Обзор вперед был возможен только при отклоненной вниз (режимы взлета, посадки и полета на малой высоте) носовой части несущего корпуса. Это конструкторское решение было заимствовано с самолета Т-4, проходившего испытания в 1972—1973 гг.

Итоги конкурса подводились в 1971 г. По заключениям специалистов МАП и ВВС лучшим был признан проект ОКБ П.О.Сухого. Однако в силу большой загрузки ОКБ (в это время на различных стадиях разработки находились самолеты Су-24, Су-25, Су-27) проектирование стратегического многоцелевого самолета было поручено ОКБ А.Н.Туполева. Этим самолетом стал Ту-160."

Создание системы искусственной устойчивости, о которой упоминалось в описании проекта Т-4МС, послужило импульсом к появлению новых самолетов-"бесхвосток".

Идея применения на летательном аппарате принципа искусственной устойчивости не нова. О такой возможности писал еще К.Э.Циолковский.[43] В 1947 г. Джек Нортроп на заседании Королевского аэронавтического общества в Лондоне высказал мысль о создании бесхвостых самолетов с искусственной устойчивостью. Суть идеи, как отмечал конструктор, "...заключается в расположении центра тяжести за аэродинамическим центром давления, при этом теряется продольная устойчивость, считавшаяся ранее необходимой для всякого удовлетворительного самолета; ее заменяют надежными (а, возможно, дублированными) автопилотами, которые перенимают функцию устойчивости у планера и смогут, по всей вероятности, лучше поддерживать самолет



Первый экземпляр самолета "Мираж" 2000.

в надлежащим положении, чем при обычном методе. ...Если центр тяжести находится позади аэродинамического центра, то самолет будет продольно сбалансирован при большом угле атаки и отклоненных вниз, а не вверх от нейтрального положения закрылках или рулях высоты, что увеличит кривизну профиля и повысит подъемную силу крыла".[44]

Понятно, что отказ автоматического регулятора устойчивости означал бы гибель самолета. А так как в те годы время наработки на отказ даже у лучших автопилотов не превышало 200 часов, идею Нортропа сочли неприемлемой и вскоре о ней забыли. Но к 70-м годам быстрый прогресс в области электроники позволил создавать практически безотказно работающие автоматические устройства, что сделало идею актуальной. В 1972 г. начались испытания опытного боевого самолета ОКБ Сухого Т-4 с электродистанционной автоматической системой управления, обеспечивающей пилотирование статически неустойчивой машины. Первым серийным самолетом с системой искусственной устойчивости стал американский истребитель Дженерал Дайнэмикс F-16 (первый полет — в 1974 г.).

Т-4 был выполнен по схеме "утка", F-16 имел "классическую" схему. Наиболее же заметное улучшение характеристик в случае использования искусственной устойчивости было бы на "бесхвостке", так как при расположении центра тяжести позади фокуса крыла исчезали почти все недостатки, присущие этой схеме. Неудивительно поэтому, что уже через год после появления F-16 фирма Дассо-Бреге приступила к созданию истребителя-"бесхвостки" "Мираж"2000 с системой искусственной устойчивости.

Самолет представлял собой развитие "Миража"III. По схеме, расположению органов управления и размерам он практически не отличался от первой серийной "бесхвостки" фирмы Дассо. Из-за больших запаса топлива и боевой нагрузки вес самолет возрос, но благодаря увеличенной площади крыла нагрузка на квадратный метр не изменилась.

Тем не менее новшеств у "Миража"2000 было немало. Прежде всего, это, конечно, система искусственной устойчивости. Она состояла из автопилота, электродистанционной системы управления, подающей сигналы к рулям по проводам, и гидравлической системы, служащей для отклонения рулей. Для безопасности электропроводная система имела четыре параллельные линии передачи командных импульсов (в менее ответственном канале путевого управления применено трехкратное резервирование), а гидросистема состояла

из двух независимых подсистем. И все же французские конструкторы не рискнули полностью отказаться от принципа статической устойчивости — самолет сцентрирован таким образом, что искусственная устойчивость необходима ему на многих, но не на всех режимах полета.

Вместо обычной конической крутки передней кромки на "Мираже"2000 используются отклоняемые в зависимости от скорости и угла атаки носки крыла. При повороте они несколько выдвигаются вперед, обеспечивая плавное изменение контура крыла. В отличие от постоянной конической крутки такой способ позволяет варьировать кривизну профиля, увеличивая ее при маневрировании в воздушном бою или при посадке и уменьшая в прямолинейном полете со сверхзвуковой скоростью.

Для более плавного обтекания в зоне соединения крыла с фюзеляжем сделаны обтекатели ("зализы"), а перед крылом на воздухозаборниках установлены небольшие поверхности. Последние, так же, как наплывы на крыле "Дракена", генерируют воздушные вихри, улучшающие продольную и поперечную устойчивость на больших углах атаки.

В конструкции самолета наряду с алюминиевыми сплавами применены композиционные материалы. Из них изготовлены створки отсеков шасси, аэродинамические тормоза, закабинный обтекатель, б льшая часть киля.

Как и другие современные самолеты, "Мираж"2000 снабжен двухконтурным турбореактивным двигателем SNECMA M-53. Дополнительный воздух, поступающий в камеру сгорания через внешний контур, улучшает экономичность силовой установки.

Возросшая тяговооруженность, система искусственной устойчивости и аэродинамические усовершенствования обеспечивают новому "Миражу" лучшие высотно-скоростные и маневренные характеристики, чем у "Миража"III. Его максимальная скорость на высоте равна 2340 км/ч (М=2,2), практический потолок — 18000 м, а коэффициент максимальной перегрузки, характе-



"Миражи"2000 на боевом дежурстве.

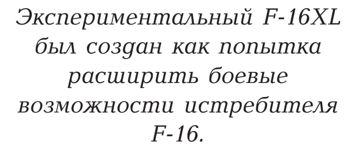
ризующий маневренность самолета — больше почти вдвое. Вместе с тем, посадочная скорость "Миража"2000 на 58 км/ч меньше, чем у его предшественника.

Проектирование "Миража"2000 началось в конце 1975 г., первый полет состоялся 10 марта 1978 г. В 1983 г. самолет приняли на вооружение. Это многоцелевая машина: она может применяться как истребитель-перехватчик, самолет для завоевания господства в воздухе и истребитель-бомбардировщик. Бортовое вооружение состоит из двух 30-мм пушек, а под самолетом, в зависимости от его назначения, подвешиваются ракеты или бомбы. Есть среди выпускаемых вариантов и образцы, способные нести атомное оружие — "Мираж"2000N. Они входят в состав сил стратегических вооруженных сил (поставленно 65 машин) и предназначены для замены "Миража"IV. Всего же на вооружении ВВС Франции находится 225 "Миражей" 2000. Эти самолеты имеются также в авиации Египта, Греции, Индии, Перу, Тайваня и Объединенных Арабских Эмиратов.

Летом 1994 г. два "Миража"2000 из состава знаменитого полка "Нормандия-Неман" были показаны в нашей стране во время дружественного визита делегации французских ВВС в Россию. Некоторым из наших пилотов удалось полетать на них. Отзывы о самолете были положительные. Вот, например, мнение командира расположенного в Липецке исследовательско-инструкторского авиаполка полковника К.П.Куйжуклу:

"Кабина меньше, чем у наших самолетов, но удобная. Маленькие, по сравнению с нашими, шкалы приборов, хотя на приборной доске еще много пустого места. Обзор из кабины очень хороший. Самолет прекрасно управляется по всем осям, видно, что четко работает система автоматического управления. Маневренность очень хорошая, самолет легко выходит на перегрузку 8 единиц. Разгонные характеристики хуже по сравнению с МиГ-29 и Су-37. Очень хорошо самолет ведет себя на малых скоростях; так, на скорости 150 узлов (270 км/ч) энергично создается крен 60^0 и с перегрузкой 3 единицы выполняется разворот. Очень прост самолет на посадке..."[45]

Американская фирма Дженерал Дайнемикс также построила многоцелевой истребитель-"бесхвостку". Он имеет обозначение F-16XL и создан на основе серийного F-16. Модификация заключалась в замене обычного крыла и горизонального оперения треугольным крылом малого удлинения. При этом конструкторы рассчитывали "убить сразу двух зайцев": обеспечить возможность крейсерского полета на сверхзвуковой скорости благодаря меньшему аэродинамическому сопротивлению "бесхвостки" при M>1 и увеличить даль-


Экспериментальный F-16XL был создан как попытка расширить боевые возможности истребителя F-16.



ность полета — внутренний объем дельта-крыла позволял сделать крыльевые топливные баки более емкими. Для того, чтобы самолет обладал удовлетворительной подъемной силой на дозвуковых скоростях, внешние части крыла сделали с уменьшенным углом стреловидности, как на шведском "Дракене", а в месте излома установили аэродинамические перегородки. Длина фюзеляжа по сравнению с прототипом увеличилась на 1,4 м, площадь крыла возросла более, чем в два раза: с 27,9 $м^2$ до 61,6 $м^2$. Для управления самолетом служили элевоны, выполняющие также функции закрылков, элероны и обычный руль направления на киле. Так же, как F-16, F-16XL оборудован системой искусственной устойчивости.

Аэродинамические исследования моделей самолета начались в 1977 г. Они показали, что выбранная схема при М=2 позволяет увеличить аэродинамическое качество по сравнению с обычным F-16 с 4,5 до 5,8, т.е. более, чем на 20%. Правда на дозвуке наблюдалась обратная картина: сказывалось вдвое меньшее удлинение крыла F-16XL.

Для исследований в полете “Дженерал Дайнемикс" в 1982 г. изготовила два экземпляра "бесхвостки": один — одноместный, со "штатным" ТРДДФ F100 с тягой 6655 кгс (на форсаже — 10810 кгс), другой — двухместный, с более мощным двигателем F110 (7700/13150 кгс). Самолеты должны были участвовать в конкурсе на многоцелевой истребитель, предназначенный для замены устаревшего F-4 "Фантом". Поэтому они летали с вооружением, в том числе с подвесным. Благодаря полуконформной ("поджатой" к крылу) подвеске ракет и бомб, дополнительное сопротивление было меньше, чем в случае установки вооружения на обычных пилонах. Максимальный взлетный вес самолета равнялся 21770 кг (у F-16A — 16060 кг), но из-за большой площади крыла нагрузка на квадратный метр была ниже, чем на серийных F-16.

Испытания F-16XL начались в летном центре фирмы Дженерал Дайнемикс в Форт-Уэрте (штат Техас), затем самолеты перегнали на базу ВВС Эдвардс в Калифорнии. К сентябрю 1983 г. обе машины совершили 418 полетов. С шестью ракетами под крылом они развивали скорость М=1,95 без включения форсажа. По сообщениям в печати, при маневрировании F-16XL мог выходить на очень большие углы атаки (до 106^0), после чего возвращался к нормальному полету без вмешательства летчика в управление.[46]

Тем не менее, в серию F-16XL не пошел. Военные отдали предпочтение двухдвигательной машине, и в качестве нового многоцелевого истребителя был принят самолет Макдонелл-Дуглас F-15E с двумя ТРДДФ F100. Невостребованные F-16XL в 1989 г. передали в НАСА для исследований системы ламинаризации обтекания крыла.

В настоящее время сверхзвуковые "бесхвостки" вновь "вышли из моды". Им на смену пришли боевые самолеты других схем, в частности — с поворотным горизонтальным оперением перед крылом. Такая схема в сочетании с электронной системой управления и обеспечения устойчивости открывает новые возможности для улучшения маневренности. Так, например, при совместном действии переднего руля и закрылков самолет может набирать высоту, не меняя при этом угол атаки.

Не следует, однако, считать, что дельтавидная "бесхвостка" окончательно и бесповоротно выброшена из творческого багажа конструкторов. Сейчас в Индии готовится к испытаниям недорогой многоцелевой истребитель LCA. Он имеет бесхвостую схему и треугольное крыло. Самолет предназначен для замены советских МиГ-21, строившихся в Индии по лицензии.

В разработке LCA индийским инженерам оказала помощь фирма Дассо-Бреге. В отличие от "Миражей" он имеет верхнее расположение крыла и дру-

гую форму воздухозаборников. На серийных истребителях планируется устанавливать двигатели индийского производства. Расчетный взлетный вес самолета — 8500 кг, максимальная скорость — 1700 км/ч.

Так что дело, начатое Москалевым и Липпишем, если не побеждает, то живет...

Источники и комментарии

1. Архив Научно-мемориального музея Н.Е.Жуковского. Фонд Р.Л.Бартини. Оп. 5267. Д. 198, 199.
2. Архив РАН. Разряд IV. Оп.17. Д.101.
3. Архив Научно-мемориального музея Н.Е.Жуковского. Фонд Б.И.Черановского. Оп. 5320. Д. 9, 10.
4. РГАЭ. Ф. 8044. Оп. 1. Д. 1321. Л. 248—249.
5. A.Lippisch. The delta wings. Ames, 1981. P. 80. Как следует из сказанного, концепция сверхзвукового самолета Липпиша была, в целом, аналогична проекту истребителя Бартини 1942 г.
6. R.Horten, P.Selinger. Nurfl gel. Die Geschichte der Horten-Flugzeuge 1933—1960. Graz, 1983. S. 150—153, 158—161.
7. H.A.Wilson, J.C.Lovell. Full-scale investigation of the maximum lift and flow characteristics of an airplane having approximately triangular plan form // NACA RM № L6K20. Washington, 1947.
8. R.Smelt. A critical review of German research on high-speed airflow // RAS Journal. 1946. № 432. P. 899—934. Модель Липпиша, подвергнутая исследованиям в Германии, имела более тонкий профиль крыла, поэтому ее аэродинамические характеристики были намного лучше, чем у DM-1.
9. J.Miller. Convair B-58. Arlington, 1985. P. 13.
10. А.Бурштейн в письме историку авиации Р.Халлиону (1972 г.) по этому поводу пишет: "Мы слышали о работах Липпиша и это давало нам определенную моральную поддержку, но не более... Мы отказались следовать многим его идеям, таким, например, как применение очень толстого профиля". (R.Hallion. Lippisch, Gluhareff and Jones: the emergence of the delta planform and the origins of the sweptwing in the United States // Aerospace Historian. 1979. № 1. P .7).
11. XF-92A — the flying triangle // Flying. 1949. № 3. P. 24, 63—64.
12. Ф.К.Эверест. Человек, который летал быстрее всех. М., 1960. С. 134.
13. Miller. P. 16.
14. Эверест. С. 135—136.
15. L.Loftin. Quest for performance. The evolution of modern aircraft. Washington, 1985. P. 262.
16. Там же. С. 491.
17. B.Long. Seadart // AAHS Journal. 1979. № 1. P. 6.
18. При переходе на сверхзвук равнодействующая аэродинамических сил крыла смещается назад, расстояние от фокуса крыла до центра тяжести самолета увеличивается и, чтобы парировать возросший продольный момент от действия подъемной силы, горизонтальные рули (элевоны) приходится отклонять вверх на больший угол. У "бесхвостки" перемещение фокуса меньше, чем у самолета нормальной схемы.
19. Loftin. P. 381.
20. N.Williams. The X-Rays: Douglas' XF4D-1 Skyrays // American Aviation Histirical Society Journal. 1977. № 4. P. 247. В других зарубежных источниках (например, Jane's Encyclopedia of Aviation. New York, 1989) первый полет датируется 23 января.
21. Williams. P. 249.
22. И.Кудишин. Перехватчик по прозвищу "Форд" // Крылья Родины. 1995. № 2. С.19.
23. S.Davies. The history of the Avro Vulcan // Aeronautical Journal. 1970. Vol. 74. P. 350.
24. J.Northrop. The development of all-wing aircraft // RAS Journal. 1947. June.

25. Davies. P. 354.
26. В 1952 г. фирма Боултон-Пол выпустила на испытания экспериментальный самолет P.120. По форме он повторял P.111, но на киле было установлено цельноповоротное горизонтальное оперение. Через несколько недель после начала полетов P.120 разбился из-за бафтинга хвостового оперения.
27. Lickley R., Twiss L. The Fairy Delta 2 // RAS Journal. 1957. Vol. 61. № 559. P. 439–440.
28. Там же. С. 447.
29. Там же. С. 448.
30. М.А.Левин, В.Е.Ильин. Современные истребители. М., 1994. С. 227, 229–230.
31. E.Wooldridge. Winged wonders. The story of flying wing. Washington, 1988. P. 85–86.
32. Архив Научно-мемориального музея Н.Е.Жуковского. №5320/13. Л. 19–20.
33. Там же. Л. 18.
34. РГАЭ. Ф. 8044. Оп. 1. Д. 1579. Л. 112; Д. 1697. Л. 125.
35. РГАЭ. Ф. 8044. Оп. 1. Д. 1927. Л. 64.
36. РГАЭ. Ф. 8044. Оп. 1. Д. 1558. Л. 46.
37. А.Ю.Совенко, В.М.Заярин. Истребители "Ан" // Аэрохобби. 1994. № 4. С. 15–17.
38. Д.А.Соболев. Немецкий след в истории советской авиации. Об участии немецких специалистов в развитии авиастроения в СССР. М., 1996. С. 102–106.
39. J.Miller. Lockheed Martin's Skunk Works. Leicester, 1995. P. 115.
40. Там же. С. 145.
41. На YF-12A, в носу которого расположен радиолокатор, имелись также небольшие кили под гондолами двигателей и подфюзеляжный киль, выпускаемый сразу после взлета и убираемый перед посадкой. У SR-71, отличающегося улучшенными обводами носовой части фюзеляжа, требуемая путевая устойчивость и управляемость достигались без этих дополнительных килей.
42. Д.С.Комиссаров, К.Г.Удалов. Самолет SR-71. М., 1993.
43. К.Э.Циолковский. Аэроплан или птицеподобная (авиационная) летательная машина. Избр.труды. М., 1962. С. 33–70.
44. Д.Нортроп. Развитие самолетов типа "летающее крыло". М., 1948. С. 6–7.
45. С.Аверченко. "Мираж"-2000 на земле и в воздухе // Авиация и космонавтика. 1994. Вып. 4. С. 11.
45. Техническая информация ЦАГИ. 1985. № 19. С. 8.
47. В данную главу не попали самолеты так называемых конвертируемых схем, у которых расположенное перед крылом горизонтальное оперение (ПГО) подвижно на взлетно-посадочных режимах, а в крейсерском полете фиксируется параллельно продольной оси самолета (ХВ-70 "Валькирия", Т-4 ("100") ОКБ П.О.Сухого). Я не могу согласиться с теми, кто считает эти машины "бесхвостками". По определению, "бесхвостка" — это схема самолета, отличающаяся отсутствием у него горизонтального оперения, а ПГО, подвижно оно или нет — все равно оперение. Не рассматривается также история создания воздушно-космических самолетов (это, все же, космическая техника) и не включены сведения о дельтапланах и самолетах-"самоделках" последних десятилетий, ибо не они определяют тенденции развития современной авиационной техники.

14

СПС

Распространенное в авиационной литературе сокращение СПС означает "сверхзвуковой пассажирский самолет". Проектирование таких аппаратов началось в 50-е годы, после того, как в небо поднялись сверхзвуковые военные самолеты, а в гражданской авиации начался переход на реактивную тягу. Создание авиалайнера, способного перевозить пассажиров со сверхзвуковой скоростью, считалось логическим шагом в развитии гражданских самолетов. Хотя стоимость и расход топлива у СПС больше, чем у дозвуковой пассажирской машины, но зато его рейсовая скорость значительно выше, чем у обычного самолета Это позволяло сторонникам создания СПС надеяться на прибыльность их эксплуатации.

Первые проекты СПС обычно представляли собой модификацию сверхзвуковых бомбардировщиков. Так, фирма Конвэр предлагала построить пассажирский самолет на основе бомбардировщика В-58, проекты СПС на основе тяжелых боевых машин разрабатывались в ОКБ В.М.Мясищева. Однако вскоре стало ясно, что из-за малой пассажировместимости и очень большого расхода топлива такие машины будут крайне неэкономичны. Кроме того, требовалось значительно повысить уровень безопасности полетов, снизить уровень шума и в несколько раз увеличить ресурс самолета — ведь интенсивность эксплутации СПС во много раз выше, чем стратегического бомбардировщика. Поэтому специалисты пришли к заключению, что СПС должен проектироваться как принципиально новая машина и без государственной поддержки решить эту задачу невозможно.

Программы создания сверхзвукового пассажирского самолета велись в четырех странах с наиболее развитой авиационной промышленностью — США, Англии, Франции и СССР. Проект американского СПС не был доведен "до металла": война во Вьетнаме и задача освоения пилотируемых космических полетов требовали слишком больших расходов. Остальные государства выполнили намеченную программу. Советский Ту-144 совершил первый полет на два месяца раньше англо-французского "Конкорда". Однако разработка "Конкорда" началась на несколько лет раньше, поэтому изложение истории СПС логично начать с этой машины.

Первым шагом к созданию сверхзвукового пассажирского самолета в Англии стала организация в 1956 г. Комитета по сверхзвуковым транспортным самолетам. В него вошли представители министерства авиации, научно-исследовательских организаций, самолетостроительных фирм и транспортных авиакомпаний. Создание СПС рассматривалось как важная государственная задача. "...Не было возможности конкурировать в области дозвуковой пассажирской авиации. Мы должны были освоить сверхзвуковой диапазон скоростей или покинуть рынок", — заявил в 1956 г. секретарь министерства авиации К.Масгрейв.[1]

За основу схемы будущего сверхзвукового авиалайнера был взят первый английский сверхзвуковой самолет Фейри FD.2. После рассмотрения ряда предложений Комитет в 1961 г. выбрал проект ВАС-Бристоль 223 — "бесхвостку" с треугольным крылом и четырьмя турбореактивными двигателями.

Во Франции в конце 50-х годов Национальный центр авиакосмических исследований и авиастроительные фирмы Сюд авиасьон, Нор авиасьон и Дассо также работали над проектами СПС. Их совместный проект "Супер Каравелла" (1961 г.) по общей концепции был весьма близок к проекту самолета ВАС-Бристоль 223.

Так как создание сверхзвукового пассажирского самолета являлось принципиально новой и весьма сложной задачей, требующей вложения огромных средств, Англия и Франция в октябре 1962 г. решили объединить усилия. Координацию всей деятельности возложили на фирмы ВАС и Сюд авиасьон. Было намечено, что 67% объема работ по двигателям и 40% работ по планеру самолета (носовая и хвостовая части фюзеляжа, вертикальное оперение, воздухозаборники, электрооборудование, противообледенительная, кислородная и противопожарная системы) выполнит английская сторона, а 60% работ по планеру (центральная часть фюзеляжа, крыло, шасси, система управления, гидравлическая система, радиолокационное и навигационное оборудование) и 33% работ по двигателю сделают французские специалисты. Совместный англо-французский проект получил название "Конкорд", что в переводе на русский язык означает "Согласие". Полет первого образца был намечен на 1966 г.

"Конкорд" проектировался для полетов со скоростью М=2,2 — б льшая скорость потребовала бы применения в конструкции специальных жаропрочных материалов, что значительно удорожило бы самолет (вспомните "астрономическую" стоимость SR-71). Он должен был обладать дальностью, позволяющей осуществлять перевозки через Атлантический океан — ведь только на дальних маршрутах сверхзвуковая скорость могла дать заметный выигрыш во времени по сравнению с полетом на обычном реактивном самолете. Экономические расчеты показывали, что пассажирский салон должен вмещать не менее 100 человек.

При разработке схемы самолета основное внимание уделялось повышению аэродинамического качества на сверхзвуке, так как это был основной режим полета СПС. Кроме традиционных мер для уменьшения сопротивления — применение схемы "бесхвостка" с крылом малого удлинения и очень тонкого профиля, заостренного вытянутого вперед фюзеляжа — в конструкции "Конкорда" было воплощено немало новых технический идей. Так, форма крыла отличалась плавным изменением стреловидности передней кромки (такое крыло получило название "оживального"). Это сделали для того, чтобы использовать достоинства крыла типа "двойная дельта" и, в тоже время, удовлетворить "правилу площадей" без поджатия центральной части фюзеляжа. По хорде и размаху крыло изогнули таким образом, чтобы при переходе на сверхзвук на нем возникали силы, хотя бы частично уравновешивающие продольный момент от подъемной силы. Таким образом, через два десятилетия конструкторы вновь вернулись к идее геометрической и аэродинамической крутки крыла на "бесхвостке". На улучшение аэродинамики "работали" и прикрепленные под крылом гондолы двигателей с регулируемыми воздухозаборниками: возникающие на входе скачки уплотнения увеличивали давление на нижней поверхности крыла. В результате всех этих мер удалось добиться в полтора раза большего аэродинамического качества на сверхзвуке, чем у бомбардировщика В-58.



HP.115 предназначался для изучения характеристик треугольного крыла на больших углах атаки.

Постройке "Конкорда" предшествовали испытания в Англии двух экспериментальных самолетов. Первый из них, Хендли Пейдж HP.115, появился еще до объединения проектов СПС английских и французских фирм. Он был предназначен для исследования характеристик треугольного крыла при малых скоростях и больших углах атаки, т.е. на режимах, соответствующих взлету и посадке СПС. Крыло отличалось необычно большой стреловидностью ($74{,}7^0$) и очень малым удлинением.

HP.115 имел металлическую конструкцию, только носок крыла был из фанеры. Его сделали легкосъемным: подбирая форму носка, можно было исследовать свойства крыла с различной конической круткой. Кабина летчика представляла собой яйцевидную гондолу, расположенную у основания крыла. Турбореактивный двигатель Бристоль Сиддли "Вайпер" находился в нижней части киля. Установленные в крыле топливные баки обеспечивали самолету получасовую продолжительность полета.

Так как расчетная максимальная скорость HP.115 была всего 400 км/ч, шасси сделали неубирающимся, а систему управления — безбустерной. Органы управления состояли из двух больших элевонов и обычного руля направления.

Испытания HP.115, как и большинства экспериментальных самолетов, проходили в авиационном научно-исследовательском центре в Фарнборо. Первый полет, продолжительностью 31 минута, выполнили 17 августа 1961 г. Управлял самолетом Джек Хендерсон. По словам испытателя, "HP.115 оказался очень простым и приятным в пилотировании. ...Его качества превзошли наши самые оптимистические ожидания."[2]

Для наблюдения за обтеканием крыла в полете на киле установили скоростную кинокамеру, фиксирующую движение приклеенных к крылу тонких шелковых нитей; позднее вместо нитий использовались разноцветные струйки дыма, выходящие из специальных отверстий в передней кромке.

Испытания продолжались несколько лет. Общий налет HP.115 составил 493 часа. Полеты проходили в различных погодных условиях при скоростях



ВАС.221 — второй экспериментальный прототип сверхзвукового пассажирского самолета.

от 175 до 325 км/ч. Накопленный опыт позволил получить исчерпывающие представления о характере обтекания "сверхузкого" крыла и был использован при выборе формы корневых наплывов крыла "Конкорда". Отработавший же свое HP.115 в 1975 г. передали на вечное хранение на один из английских военных аэродромов.

Другая экспериментальная "бесхвостка", ВАС.221, предназначалась для изучения свойств оживального крыла. Ее сконструировали как модификацию самолета FD.2. Для этого первый экземпляр FD.2 расконсервировали, совершили пробный облет и, убедившись, что все в порядке, переделали под прототип "Конкорда". Переделки заключались в замене треугольного крыла оживальным, удлинении передней части фюзеляжа, увеличении высоты шасси и изменении формы воздухозаборников. При этом площадь крыла возросла с 33 до 46 м^2, а длина самолета — с 15,7 до 17,5 м. Двигатель оснастили форсажной камерой.

Реконструкция самолета закончилась в 1963 г., а 1 мая 1964 г. состоялся его первый полет. В отличие от HP.115, ВАС.221 был рассчитан на широкий диапазон скоростей — от 212 до 1700 км/ч. Летчики-испытатели отзывались о нем, как о "ничем не примечательной машине"[3], что, учитывая необычность схемы самолета, следует расценивать как комплимент. ВАС.221 имел неплохие взлетно-посадочные характеристики и сохранял управляемость на углах атаки до 22^0.

Когда в СССР стало известно, что за рубежом работают над созданием сверхзвукового авиалайнера, лозунг Хрущева "догнать и перегнать Запад!" еще воспринимался всерьез. Ведь удалось же советскому человеку первым побывать в космосе, так почему бы Советскому Союзу не стать пионером и в области сверхзвуковой пассажирской авиации? И вот, 16 июля 1963 г., ЦК КПСС и Совет Министров СССР издали постановление № 798—271 "О создании дальнего сверхзвукового пассажирского самолета". В нем, в частности, говорилось:

"Обязать опытный завод № 156 (генеральный конструктор т. Туполев) Государственного комитета по авиационной технике СССР разработать самолет

Ту-144 с четырьмя реактивными двигателями со следующими основными данными:

скорость полета — 2300—2700 км/час

число пассажиров — 80—100 человек

практическая дальность полета:

а) нормальная (при взлетном весе не более 120—130 т) — 4000—4500 км

б) в перегрузочном варианте (с числом пассажиров 30—50 человек и подвесными баками) — 6000—6500 км.

Эксплуатация самолета с нормальной нагрузкой — с аэродромов первого класса, а в перегрузочном варианте — с внеклассных аэродромов.

Проработать вопрос о возможности выполнения самолетом специальных рейсов из Советского Союза в США без посадки.

...Обязать Государственный комитет по авиационной технике СССР и опытный завод № 276 (генеральный конструктор т.Кузнецов) создать для самолета Ту-144 турбовентиляторный двигатель НК-144 на базе двигателя НК-8..."[4]

Первый летный экземпляр Ту-144 поручалось выпустить в 1966 г., а до конца 1968 г. — построить еще шесть самолетов (четыре — для летных испытаний и два — для испытаний на прочность).

Выбор ОКБ Туполева не случаен — это была "альма матер" советских тяжелых турбореактивных самолетов. Среди перспективных проектов имелись и проработки сверзвуковых многодвигательных машин. К тому же, Туполеву передали все материалы ликвидированного в 1960 г. ОКБ Мясищева, в том числе и проекты СПС.

Программа создания Ту-144 имела приоритетное значение, поэтому денег на нее не пожалели и работа закипела. Главным конструктором самолета А.Н.Туполев назначил своего сына Алексея Андреевича. В помощь ОКБ подключили ведущих специалистов ЦАГИ, ЦИАМ и других авиационных научных центров.

Вначале туполевцы намеревались взять за основу авиалайнера свой проект стратегического сверхзвукового бомбардировщика "135". Однако выяснилось, что в этом случае обеспечить заданные характеристики будет невозможно. Требовалось создание нового самолета, с более высоким аэродинамическим качеством. Тогда остановились на такой же схеме, как у "Конкорда".

Я хотел бы предостеречь читателя от мысли, что в СССР слепо копировали проект англо-французского СПС. Схожесть форм Ту-144 и "Конкорда" диктовалась, прежде всего, законами аэродинамики, а они не знают границ. И примеров тому немало: "летающие крылья" братьев Хортен и Джека Нортропа, истребители-"бесхвостки" фирм Конвэр и Дассо...

Так же, как "Конкорд", Ту-144 должен был иметь крыло малого удлинения с геометрической и аэродинамической круткой. Продувки показывали, это крутка увеличивает аэродинамическое качество на сверхзвуке почти на единицу.[5] Здесь уместно отметить, что дельта-крыло с оптимизированной для сверхзвукового полета кривизной срединной поверхности впервые предложил в середине 50-х годов Р.Л.Бартини в проекте бомбардировщика-"бесхвостки" А-57.

Для проверки летных свойств будущей пассажирской машины два истребителя МиГ-21 переделали в экспериментальные самолеты-аналоги: горизонтальное оперение сняли, а вместо треугольного установили крыло оживальной формы, как на Ту-144. В создании и испытаниях самолета участвовали ОКБ А.И.Микояна, ОКБ А.Н.Туполева и Летно-исследовательский институт.



МиГ-21И под крылом Ту-144 в Музее ВВС в Монино.

Экспериментальная "бесхвостка" получила обозначение МиГ-21И, но чаще ее называли просто "Аналог".

Первый экземпляр "Аналога" полетел 18 апреля 1968 г., управлял им О.В.Гудков. Испытания продолжались примерно год, было выполнено около 100 полетов, в том числе исследования на "штопор". Они имели большое практическое значение, так как до этого реактивных "бесхвосток" в нашей стране не строили. Главное внимание уделялось исследованию пилотажных характеристик на малых скоростях. Полеты показали, что треугольное крыло переменной стреловидности обладает хорошими несущими свойствами в широком диапазоне углов атаки, самолет чутко слушается управления.

Когда основная часть программы испытаний уже завершилась, произошла катастрофа. По воспоминаниям очевидца случившегося, заслуженного летчика-испытателя А.А.Щербакова, в то время в ЛИИ отрабатывали элементы высшего пилотажа на МиГ-21 для показа на авиасалоне в Бурже. Выпускник КАИ, молодой летчик-испытатель В.С.Константинов в совершенстве отрепетировал эффектный номер, заключающийся в выполнении на истребителе "петли" на малой высоте, заканчивающейся "полубочкой" и полетом над землей в перевернутом положении. Получив разрешение на полет на "Аналоге" и выполнив полученное задание, он решил повторить свой коронный номер на экспериментальном самолете. Но, впервые управляя "бесхвосткой", летчик не учел различий в пилотажных свойствах серийного истребителя и бесхвостой машины. А они были весьма существенны, тем более, что на проходившем до этого испытания на "штопор" МиГ-21И система управления была модифицирована таким образом, что отклонение ручки вперед создавало больший, чем обычно, момент на пикирование. В результате, сделав "петлю" и "полубочку", и привычно сильно отклонив ручку от себя, чтобы сбалансировать самолет в перевернутом полете, он создал очень большую отрицательную перегрузку, "Аналог" свечой взмыл вверх и, потеряв скорость, стал плашмя падать вниз. Константинов катапультировался, но основной парашют не успел раскрыться и летчик погиб.

В 1970 г. вышел на испытания "Аналог" № 2. На нем стояло более совершенное экспериментальное оборудование, в частности — лазерная система визуализации обтекания крыла.

Имея небольшую нагрузку на крыло, МиГ-21И был приятен в пилотировании и летчикам нравилось летать на нем. Вот, например, как отзывался о самолете Э.И.Елян, тренировавшийся в управлении "бесхвосткой" перед полетом на Ту-144:

"Я в свое время летал на истребителях с прямым крылом и должен заметить, что стреловидное крыло принесло летчику на взлетно-посадочных режимах полета прежде всего много неудобств, всякого рода срывов, раскачку. ...Так вот, самолет-бесхвостка на базе МиГ-21 (аналог Ту-144) на дозвуковой скорости стал очень походить по своим характеристикам на самолет с прямым крылом. У него управляемость была совершенно бесподобной. Я мог убедиться в этом, сделав около десятка полетов в октябре 1968 г. Посадочная скорость на этой машине стала около 220 км/ч вместо 320 км/ч, как у МиГ-21. Я получал огромное удовольствие, летая на аналоге. Были некоторые сложности на сверхзвуковой скорости — легко устранимая неустойчивость машины типа "гусиный шаг" до числа М=1,7. Артем Иванович Микоян однажды пригласил меня к себе для обсуждения характеристик бесхвостки. Я дал высокую оценку машине и спросил его: "А почему Вы не делаете такой истребитель?" Микоян прекрасно понимал, что за счет увеличения абсолютной строительной высоты крыла можно было на несколько сот литров (до 400 л) увеличить запас топлива и получить другие преимущества. Но, насколько мне помнится, ЦАГИ занял тогда особую позицию и считал такую модификацию неперспективной."[6]

Кроме истребителя в ОКБ Микояна планировали сделать по схеме "Аналога" легкий штурмовик. Был изготовлен полноразмерный макет самолета, но на этом все и закончилось: победителем в конкурсе на реактивный штурмовик стала машина ОКБ Сухого Су-25.

Как я уже писал, испытания "Конкорда" и Ту-144 предполагалось начать в 1966 г. Однако задача создания СПС потребовала значительно больше времени, и сборка опытных экземпляров завершилась только в 1968 г. Оба самолета имели схему "бесхвостка" с оживальным крылом, центральное вертикальное оперение и заостренный фюзеляж с отклоняемой при взлете и посадке носовой частью. Угол стреловидности крыла "Конкорда" менялся от 76^0 у основания до 58^0 на внешних частях, на Ту-144 стреловидность составляла соответственно 78^0 и 55^0. Удлинение крыла советского СПС было несколько меньше, чем у "Конкорда" — 1,57 по сравнению с 1,82; относительная толщина профиля крыла обеих машин составляла 2—3%. Для уменьшения балансировочного сопротивления на самолетах имелась система перекачки топлива в полете. Продольное и поперечное управление осуществлялось элевонами: на каждой стороне крыла Ту-144 их было по четыре секции, на "Конкорде" — по три. Каждая из секций управлялась с помощью двух независимых бустерных систем. И на той, и на другой машине поверхность крыла была выполнена из крупногабаритных дюралюминиевых фрезерованных панелей, позволяющих увеличить жесткость и гладкость обшивки. В конструкции элевонов, расположенных по соседству с двигателями, применялись более жаропрочные материалы — титан и сталь. Размах крыла первого Ту-144 ("044") равнялся 27,2 м, "Конкорда" № 001 — 25,6 м, длина самолетов — соответственно 58,2 и 56,2 м. Взлетный вес обоих СПС был близок — около 150 т. Максимальная тяга двигателей НК-144 составляла 4х17000 кгс, установленные на "Конкорде" ТРД "Олимп"593 развивали на форсаже примерно такую же тягу.

При всей схожести двух СПС в их конструкции имелось немало различий. Так, на Ту-144 гондолы двигателей были объединены под центральной частью крыла, тогда как на "Конкорде" они располагались в двух разнесен-



Первый полет Ту-144. Самолет сопровождает МиГ-21И.

ных по размаху гондолах. "Туполевский" вариант позволял уменьшить асимметрию тяги при отказе одного из двигателей, но приводил к снижению суммарной тяги из-за взаимного влияния близкорасположенных сопел и не давал возможности установить у основания крыла секции элевонов, как сделали на "Конкорде". Кроме того, мотогондолы на Ту-144 имели значительно б льшую длину воздухозаборников. Сильно отличались и удельные параметры самих двигателей, но об этом — позже.

К концу 1968 г. определился победитель в пятилетнем соперничестве советских и западных самолетостроителей. Им оказалось ОКБ Туполева. 31 декабря экипаж в составе летчиков-испытателей Э.В.Еляна и М.В.Козлова, инженера-испытателя В.Н.Бендерова и бортинженера Ю.Т.Селивестрова поднял с аэродрома ЛИИ опытный экземпляр Ту-144 в воздух. Елян вспоминает:

"Десять дней, начиная с 20 декабря, мы провели на аэродроме и никак не могли взлететь из-за погоды. Она тогда словно взбесилась: туманы, снегопады, низкая облачность. 31-го числа пригнали специальный самолет для рассеивания облачности в районе испытаний. В общем с горем пополам вырвали у погоды "окошко". Дали нам час на запуск, выруливание, взлет и посадку. Чистое летное время составило, повторяю, тридцать восемь минут, но они дали обширную информацию. Машина показала отличные летные свойства."[7]

В 1970 г. была достигнута заданная максимальная скорость полета — 2430 км/ч.

Ту-144 опередил "Конкорды" на два месяца: "Конкорд" № 001 взлетел в Тулузе 2 марта 1969 г., его пилотировал летчик-испытатель А.Тюрка; в апреле поднялся в воздух "Конкорд" английского производства (№ 002). Но если первые "Конкорды" почти не отличались от будущих серийных самолетов, то опытный экземпляр Ту-144 оставался, по существу, экспериментальной машиной. Чтобы превратить его в пассажирский авиалайнер, требовалось еще многое сделать, прежде всего — увеличить дальность полета и вес полезной нагрузки.

Поэтому предсерийный экземпляр Ту-144 весьма существенно отличался от опытного самолета. Число пассажирских мест увеличили со 120 до 150, для этого пришлось удлинить фюзеляж на семь с половиной метров. Возросла также емкость топливных баков. Чтобы компенсировать прирост взлетного веса, площадь крыла увеличили с 470 м^2 до 490 м^2. Одновременно упростили

его форму — передняя кромка стала прямолинейной, с выраженной точкой перегиба. Как показали эксперименты, это не привело к ухудшению аэродинамических характеристик крыла, а продольная устойчивость самолета на больших углах атаки даже улучшилась.[8]

Много проблем при испытаниях первого Ту-144 доставляла "плотная" компоновка двигателей. Кроме отмеченной выше интерференции реактивных струй, наблюдались вибрация хвостовой части самолета и ее повышенный нагрев. Поэтому на предсерийной машине двигатели поместили в двух разнесенных по размаху гондолах. При этом появилась возможность убирать основные стойки шасси в мотогондолы, высвободив в крыле дополнительное место для топлива.

Для улучшения взлетно-посадочных характеристик за кабиной установили выдвигающиеся из фюзеляжа балансировочные крылышки. Их площадь была невелика, но благодаря мощной механизации (двойной предкрылок и двухщелевой закрылок) они создавали значительную подъемную силу. Теперь на взлете и при посадке можно было отклонять элевоны вниз для увеличения подъемной силы основного крыла. Этим достигался прирост $C_y=0,17$, а скорость захода на посадку составила всего 260 км/ч — меньше, чем у дозвукового Ил-62.

Испытания предсерийного Ту-144 начались летом 1971 г. В сентябре следующего года на нем был совершен пробный полет из Москвы в Ташкент. Расстояние между этими городами самолет преодолел менее, чем за два часа, развивая на отдельных участках скорость до 2500 км/ч.

В конце 1972 г. поднялся в воздух первый серийный Ту-144. От предсерийного экземпляра он отличался увеличенным запасом топлива и чуть б льшими размерами.

Первый раз на выставке в Бурже Ту-144 показали в мае 1971 г. Но тогда это был опытный образец. В 1973 г. решили продемонстрировать миру серийную машину, чтобы доказать, что мы по-прежнему впереди — англо-французский СПС существовал тогда только в виде предсерийного образца. И тут произошла трагедия, подорвавшая международный престиж советского сверхзвукового авиалайнера: 3 июня 1973 г. во время демонстрационного полета Ту-144 после крутого набора высоты до 1200 м неожиданно перешел в пике и так и не вышел из него. Примерно в 120 м от земли у самолета отломилась часть крыла, машина перевернулась, отвалился киль, затем последовал взрыв... Погибли все шесть членов экипажа и восемь жителей близлежащего городка Гусенвиль, на который упали обломки самолета.

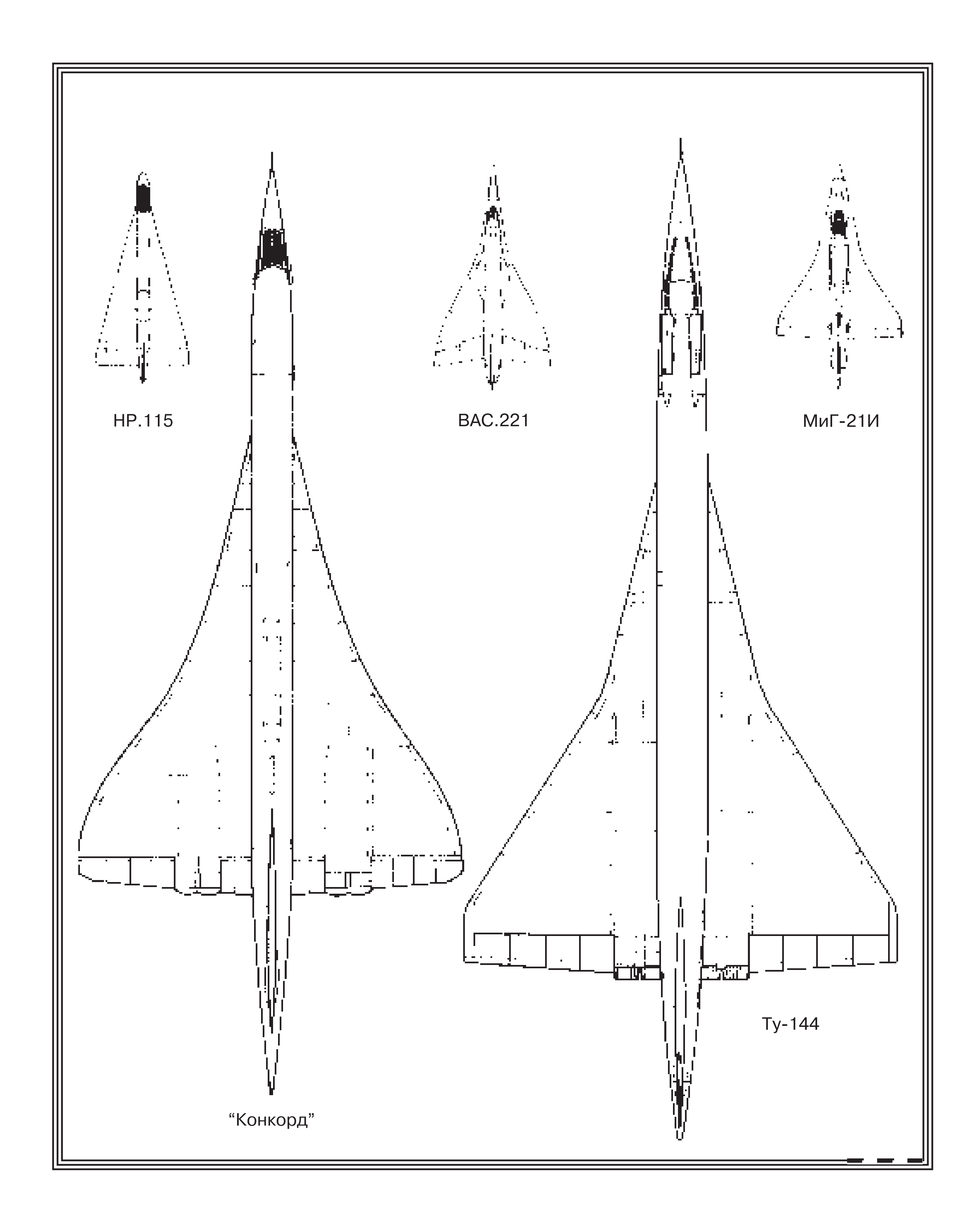
Точные причины катастрофы до сих пор неизвестны. Наибольшее распространение у нас получила версия, что виной всему был французский "Мираж", опасно сблизившийся с советским СПС. Стремясь избежать столкновения, пилоты Ту-144 резко направили машину вниз и на выходе из пике конструкция самолета, не рассчитанная на такие перегрузки, сломалась.[9]

Но существует и другая гипотеза: чтобы исправить впечатление от не слишком элегантной посадки самолета во время демонстрационного полета 2 июня, члены советской делегации уговорили командира экипажа М.В.Козлова выполнить на Ту-144 "истребительную" фигуру пилотажа — "горку". При выходе из маневра нагрузка превысила предельно допустимую...[10]

Так как трагедия произошла не по вине СПС, Ту-144 продолжали готовить к эксплуатации на внутренних линиях. Авиационный завод в Воронеже наладил серийный выпуск самолетов. В 1975 г. начались пробные рейсы из Москвы в Алма-Ату. Перевозилась почта и другие срочные грузы. Полеты проходили на высотах до 18000 м со скоростью 2200 км/ч. Время полета в один конец составляло 1 час 55 минут.



Серийный Ту-144.


HP.115
BAC.221
МиГ-21И
“Конкорд”
Ту-144

После двух лет пробной эксплуатации, за которые пилоты и сотрудники наземных служб ГВФ познакомились с особенностями сверхзвуковой "бесхвостки", было решено начать регулярные пассажирские перевозки. С 1 ноября 1977 г. два Ту-144 с бортовыми номерами 77109 и 77110 раз в неделю стали летать из Москвы в Алма-Ату.

Полеты проходили без осложнений, но были крайне убыточными. При запасе горючего, необходимом для полетов в Алма-Ату, допустимый вес коммерческой нагрузки Ту-144 равнялся всего 10 т, т.е. при наличии 150 мест самолет мог брать не более 100 пассажиров с багажом. А так как на этом 3200-километровом маршруте выигрыш во времени по сравнению с полетом на Ту-104 оказывался всего-то пару часов, то желающих платить за дорогой билет было еще меньше. Для достижения же дальности 4000—4500 км почти вся полезная нагрузка Ту-144 должна была состоять из топлива.

По своему аэродинамическому совершенству советский СПС не только не уступал, но даже превосходил "Конкорд": его максимальное аэродинамическое качество равнялось 8, а у англо-французского СПС оно составляло 7,3. Крейсерская скорость Ту-144 — 2335 км/ч — также была выше, чем у его западного конкурента (2180 км/ч). Проблема заключалась в двигателях. Если "Олимпы" "Конкорда" на 1 кг тяги за час расходовали на крейсерском режиме полета 1,19 кг топлива, то удельный расход горючего у НК-144 был 1,81 кг/кгс·час. К сожалению, экономичность двигателей всегда была "слабым местом" отечественного авиастроения...

К тому же, Ту-144 имел почти в полтора раза б льшую площадь крыла, чем "Конкорд". Это была вынужденная мера: англо-французский СПС проектировался для трансокеанских полетов, а наш Ту-144 должен был эксплуатироваться на внутриконтинентальных линиях над населенными районами, и, чтобы снизить интенсивность звукового удара, требовалось увеличить высоту полета, а для этого — уменьшить нагрузку на крыло. Большая площадь крыла повлекла за собой увеличение веса конструкции и аэродинамического сопротивления. Поэтому в крейсерском полете НК-144 должны были развивать тягу по 5500 кгс, а "Олимпы" — только по 4550 кгс. Если умножить тягу на удельный расход топлива, то получается, что советский СПС той же дистанции расходовал на одного пассажира примерно вдвое больше топлива, чем "Конкорд".

Понимая, что при таких характеристиках ни о какой экономической целесообразности Ту-144 и речи быть не может, конструкторы ОКБ Туполева еще в 1974 г. занялись созданием усовершенствованного варианта самолета. Ему присвоили обозначение Ту-144Д.

Основным отличием новой машины было применение одноконтурных бесфорсажных двигателей ОКБ П.А.Колесова РД-36-51 с максимальной тягой по 20 тс. На крейсерском режиме полета такой двигатель расходовал 1,27 кг топлива на кг тяги в час, т.е. был значительно экономичнее НК-144 с форсажной камерой. По расчетам, новая силовая установка обеспечивала самолету дальность 4500 км со 150 пассажирами и 6500 км со 120 пассажирами. Это давало надежды на применение СПС на таких линиях, как, например, Москва—Хабаровск—Москва.

Однако надежность новых двигателей оставляла желать лучшего. 23 мая 1978 г. во время испытательного полета Ту-144Д из-за вибраций в двигательном отсеке треснул трубопровод топливной системы, стало вытекать топливо. При запуске вспомогательной силовой установки, предназначенной для увеличения суммарной тяги на определенных режимах, топливо воспламенилось и возник пожар. При вынужденной посадке на поле носовой обтекатель под-

мяло под самолет и он пробил фюзеляж как раз в том месте, где находились два инженера-испытателя. Оба они погибли, летчики же остались живы. Катастрофа произошла в районе г.Егорьевска.

Сразу же после катастрофы пассажирские рейсы Ту-144 были отменены и больше не возобновлялись, хотя производство самолетов продолжалось до начала 80-х годов. Основная причина заключалась не в происшествии с Ту-144Д: нештатные ситуации при испытаниях новой техники — вещь, к сожалению, обычная. Дело было в другом — созданный из престижных соображений, без серьезного экономического обоснования, сверхзвуковой пассажирский самолет просто оказался никому не нужен. "Аэрофлот" после отмены рейсов Ту-144 вздохнул с облегчением — являясь абсолютным монополистом с сфере воздушных перевозок, он не боялся конкуренции и не был заинтересован в переходе на более скоростную, но зато и требующую значительно большего внимания и затрат авиационную технику. Что касается престижа, то в конце 70-х годов на хрущевские планы "догнать и обогнать Запад" руководство страны давно уже махнуло рукой.

Всего было построено девятнадцать летных экземпляров Ту-144 (из них пять — в варианте "Д"). Два самолета передали в музеи. В Музее ВВС в Монине находится экземпляр № 77106, на котором в 1975 г. был выполнен пробный эксплуатационный рейс по маршруту Москва—Алма-Ата. Рядом с ним стоит его "меньший брат" — МиГ-21И ("Аналог"). В Музее гражданской авиации в Ульяновске выставлен Ту-144 № 77110, совершавший в 1977—1978 гг. регулярные рейсы с пассажирами.

Судьба "Конкорда" сложилась счастливее, но широкого распространения самолет тоже не получил. Первый серийный образец появился в октябре 1973 г. От опытных машин он отличался удлиненной на 2,5 м хвостовой частью фюзеляжа, большей тягой двигателей и увеличенным до 180 т взлетным весом. Расположенные в крыле и в фюзеляже топливные баки емкостью 120 тысяч литров обеспечивали самолету дальность 6500 км, позволяющую летать без посадки из Европы в США. В варианте первого класса пассажирский салон вмещал 112 пассажиров, в экономическом варианте самолет мог брать на борт 144 человека.

Авиакомпании “Бритиш Эруэйз” и “Эр Франс” начали эксплуатацию "Конкорда" в один и тот же день, 21 января 1976 г. Самолет летал по маршрутам Лондон—Бахрейн и Париж—Дакар—Рио-де-Жанейро. 24 мая были открыты линии Лондон—Вашингтон и Париж—Вашингтон. В 1979 г. начались полеты в Нью-Йорк. Средняя регулярность вылетов составляла 93,3%.

Надо отметить, что так же, как "Аэрофлот", западные авиакомпании взялись за эксплуатацию СПС без особого энтузиазма. Хотя производители самолета обязались поставлять "Конкорды" компаниям бесплатно, их полеты на большинстве маршрутов оказались убыточными. Даже при полном комплекте пассажиров самолет расходовал на человеко-километр вдвое больше горючего, чем дозвуковой пассажирский самолет. Это привело к высокой стоимости билетов и поэтому контингент пассажиров состоял, в основном, из высокопоставленных государственных чиновников, руководителей крупных предприятий и богатых коммерсантов. А таких было не так уж и много, поэтому средний коэффициент загрузки самолета составлял всего 40%, т.е. больше половины кресел оказывались пустыми. В результате только за первые три года эксплуатации "Конкорд" принес авиакомпаниям убыток в 57 млн. долларов. Единственно прибыльным оказался маршрут в Нью-Йорк, на котором ежедневно выполнялось шесть рейсов при коэффициенте загруз-

ки 60%. Время перелета из Нью-Йорка в Лондон составляло три с половиной часа, стоимость билета — 2745 долларов (в ценах 1986 г.).

По словам одного моего знакомого, летавшего на "Конкорде" из Нью-Йорка в Париж, сам полет на сверхзвуковой скорости не произвел на него впечатления. Наиболее яркие воспоминания у него остались от отменного французского шампанского, которым в неограниченных количествах потчевали пассажиров.

Повышение мировых цен на нефть в 1979 г. нанесло новый удар авиакомпаниям, эксплуатирующим "Конкорд". Пришлось резко сократить число полетов в Южную Америку — возросшая стоимость билетов оказалась не по карману жителям этих стран. Если в 1978 г. "Конкорды" перевезли 91 тысячу пассажиров, то в 1980 г. это число снизилось до 83 тысяч, а в 1982 — до 46 тысяч. В настоящее время самолеты выработали свой ресурс и полеты на них прекращены. За все время испытаний и эксплуатации "Конкордов" не произошло ни одной катастрофы.

"Конкорд" выпустили в восемнадцати экземплярах (2 опытных, 2 предсерийных и 14 серийных). Первый английский "Конкорд" (№ 002) стал экспонатом авиационного музея в Эвилтоне (Великобритания), другой экземпляр находится в Музее авиации и космонавтики в Бурже.

Итак, опыт эксплуатации первых СПС подтвердил выводы скептиков об их экономической нецелесообразности. Однако 2 млрд. рублей, затраченные в



"Конкорд" компании "Бритиш Эруэйз".



Ту-144ЛЛ.

60-е годы на Ту-144, и 1,2 млрд. фунтов стерлингов, израсходованные в 1962—1976 гг. Англией и Францией на "Конкорд", не следует считать выброшенными на ветер деньгами. Огромный объем опытно-конструкторских работ и практический опыт полетов на регулярных авиалиниях подготовили почву для появления в будущем СПС нового поколения, со значительно лучшими технико-экономическими и экологическими характеристиками. Он будет обладать аэродинамическим качеством 10, иметь более экономичные двигатели. Выброс окислов азота при работе двигателей, разрушающе действующих на озоновый слой атмосферы, намечено снизить в 5 раз.

Работы по созданию такого самолета уже ведутся. В ноябре 1996 г. в ЛИИ состоялся первый полет "летающей лаборатории" Ту-144ЛЛ. Она представляет собой самолет Ту-144Д с новыми двигателями НК-321 (предназначавшимися вначале для туполевского бомбардировщика Ту-160) и специальным исследовательским оборудованием на борту. Из салона убрали все пассажирские кресла, а весь весь самолет заполнили измерительной аппаратурой: температурными датчиками, датчиками давления, микрофонами, приборами для измерения параметров пограничного слоя и т.д. В июне 1997 г. на восьмом полете закончилась первая стадия испытаний.

Полеты Ту-144ЛЛ должны будут ответить на целый ряд вопросов, связанных с проектированием СПС XXI века. По расчетам российских специалистов, новая машина сможет перевозить 300 пассажиров на дальность более 9000 км с крейсерской скоростью М=2. Согласно программе, в которой помимо АНТК им.А.Н.Туполева участвуют также американские фирмы Боинг и Макдоннелл-Дуглас, английская Бритиш Аэроспейс, французская Аэроспасьяль и немецкая DASA, до конца 1997 г. намечено выполнить 32 полета Ту-144ЛЛ.[11]

Источники и комментарии

1. А.П.Дрозжилов. Развитие концепций сверхзвуковых пассажирских самолетов. Дисс. к. т .н. М., 1993. С. 42.
2. C.Barnes. Handley Page aircraft since 1907. London, 1976. P. 561. Восторг Хендерсона возможно объясняется тем, что во время предшествовавших испытаниям самолета "полетов" на наземном тренажере в программу специально вводились параметры, усложняющие пилотирование.

3. C.Barges, O.Nicholas. Preliminary flight assessment of the BAC.221 ogee-wing research aircraft // ARC current papper. 1967. № 1102. P. 13.
4. РГАЭ. Ф. 29. Оп. 1. Д. 2803. Л. 130—131.
5. ЦАГИ — основные этапы научной деятельности. М., 1996. С. 122.
6. Г.А.Амирьянц. Летчики-испытатели. М., 1997. С. 79.
7. Гражданская авиация. 1992. № 1. С. 18.
8. ЦАГИ — основные этапы научной деятельности. С. 121—122.
9. Гражданская авиация. 1992. № 1. С. 18.
10. Новая газета. 31.02.1995.
11. Авиапанорама. 1997. Январь-февраль. С. 38—39.

15

ВТОРОЕ РОЖДЕНИЕ „ЛЕТАЮЩЕГО КРЫЛА"

После того, как XB-35 и YB-49 Джека Нортропа проиграли в конкурсе бомбардировщикам обычной схемы, "летающее крыло", казалось, навсегда погрузилось в пучину истории. Правда, во второй половине 70-х годов, когда подскочили цены на топливо, появились предложения о создании гигантских транспортных "летающих крыльев", предназначенных для перевозки грузов в стандартных контейнерах высотой 2,4 м. Взлетный вес таких самолетов оценивался в 570 и даже в 1280 тонн, а размах крыла — от 77 до 152 м. Авторы проектов доказывали, что благодаря лучшему аэродинамическому качеству и большей весовой отдаче себестоимость перевозок будет очень мала[1]. Однако имелась серьезная проблема: эксплуатация летающих гигантов требовала создания специальных широких взлетно-посадочных полос и огромных ангаров для технического обслуживания. По этой причине все замыслы так и остались на бумаге.

Между тем, в тщательно охраняемых авиационно-конструкторских центрах США уже шла работа над "летающими крыльями" отнюдь не коммерческого назначения. Стимулом для возрождения интереса к данной схеме были на этот раз не аэродинамические или весовые преимущества "летающего крыла", а совсем другой параметр — малая радиолокационная заметность.

Военные и авиаконструкторы всегда мечтали построить невидимый для противника самолет, способный незамеченным подлететь к цели и произвести разведку или внезапно обрушить на врага смертоносный груз. Были даже попытки создания самолетов, обтянутых вместо традиционного полотна прозрачным материалом типа целлулоида. Но покрытие оказалось непрочным и, к тому же загрязняясь, быстро теряло прозрачность. Поэтому пришлось ограничиться камуфляжной окраской, раскрашивая самолет сверху под цвет земной поверхности, а снизу покрывая его голубой краской, под цвет неба. При атаке хорошо защищенных с земли объектов часто применяли тактику ночных налетов.

Все попытки сделать самолет визуально незаметным потеряли смысл после появления в начале 40-х годов радиолокаторов. С помощью этого устройства можно было заблаговременно обнаружить вражеский летательный аппарат независимо от времени суток и совершенства камуфляжа. Сначала радиолокационные станции (РЛС) применяли только в наземных силах ПВО, потом, когда их габариты и вес удалось уменьшить, их стали устанавливать и на самолетах. С середины 50-х годов практически все истребители снабжались бортовой РЛС. Радиолокаторы использовались также для наведения с земли зенитных ракет.

Дальность обнаружения с помощью РЛС зависит не только от совершенства самого локатора, но и от геометрических характеристик цели. Радиоло-

кационная заметность самолета характеризуется величиной ЭПР (эффективная поверхность рассеяния), которая физически представляет собой площадь пластины, установленной под углом 90^0 к сигналу радиолокатора и полностью отражающей его. На ЭПР влияют как абсолютные размеры летательного аппарата, так и его внешняя форма. Сильнее всего отражают плоские вертикальные поверхности (киль, боковые стенки фюзеляжа и т.п.), а также места сочленения частей самолета.

В первые годы развития реактивной авиации радиолокационной заметности самолета уделяли мало внимания — ставка делалась на скорость и высоту полета. Так, когда в конце 40-х годов при испытаниях YB-49 было установлено, что этот самолет трудно "засечь" радиолокатором[2], военные, тем не менее, выбрали более скоростной B-47. Но с развитием зенитных управляемых комплексов ни скорость, ни высота уже не гарантировали преодоление линии ПВО. И тогда конструкторы и военные задумались над созданием невидимого для радиолокатора самолета.

Надо сказать, что первая попытка уменьшить радиолокационную заметность самолета была предпринята еще в годы второй мировой войны. В 1944—1945 гг. братья Хортен намеревались применить на серийных экземплярах реактивного истребителя Ho.IX двухслойную обшивку, заполненную специальной смесью, в которую входил бы древесный уголь, делающий самолет малозаметным для радаров.[3] В 60-е годы в конструкции носков крыла и элевонов сверхзвукового разведчика SR-71 был применен поглощающий радиоволны материал с пластиковым сотовым заполнителем, кили сделаны из "радиопрозрачного" композиционного материала, а весь самолет покрыт особой ферромагнитной краской, которая не только повышала теплоотдачу в полете, но и уменьшала радиолокационную заметность летательного аппарата. Однако эти меры давали лишь частичный эффект. Чтобы самолет был действительно незаметен для радиолокатора, необходимо было полностью отойти от обычных принципов проектирования и, пожертвовав требованиями аэродинамики, создать такую компоновку, которая обеспечивала бы отражение электромагнитных волн в сторону от локатора. Как показывали исследования, для дозвукового самолета наиболее многообещающей была схема типа "летающее крыло".

Работы по созданию специального самолета-"невидимки" развернулись в США в середине 70-х годов. Программа получила название "Харви", по имени гигантского невидимого кролика — героя популярного детского фильма. Победителем в конкурсе стала фирма Локхид.

Для разработки внешней формы самолета инженер-программист Д.Оверхользер и математик Б.Шредер создали компьютерную программу "Эхо-1". Она основывалась на теоретических исследованиях законов электромагнитных волн Д.Максвелла, А.Зоммерфельда и, как пишут американцы, на сравнительно недавней публикации советского физика П.Уфимцева "Метод краевых волн в физической теории дифракции". Однако для практического применения теории требовались упрощения исходных условий. Один из ведущих сотрудников "Локхида" Б.Рич рассказывает:

"Нововведением стало использование концепции Шредера, заключающейся в упрощении формы самолета за счет перехода к плоским поверхностям. В результате получился "фасеточный" самолет, контуры которого образовывались не плавно изогнутыми поверхностями, как обычно, а набором плоских панелей. Шредер понимал, что только в этом случае величина радарного отражения может быть подсчитана математически. Если каждую плоскость установить под таким углом, что она будет отражать луч радара в сторону от

источника электромагнитных волн, и если выбранная форма летательного аппарата сможет обеспечить необходимую подъемную силу, то задачу создания самолета-"невидимки" можно считать решенной."[4]

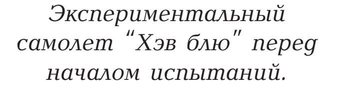
В 1976 г. началась постройка двух экспериментальных самолетов, которым присвоили название "Хэв блю". Это были весьма скромные по размерам и скорости машины. Они представляли собой дозвуковой одноместный самолет-"бесхвостку" с двумя двигателями Дженерал Электрик J-85-GE-4A с тягой по 1340 кгс. Длина аппарата равнялась 14,4 м, размах крыла — 6,9 м, площадь крыла — 35,9 м^2. Угол стреловидности крыла из условий малозаметности был сделан очень большим — $72,5^0$, сзади крылу также придали изогнутые очертания. По той же причине переднюю кромку сделали острой, а контур крыла был образован плоскими линиями, хотя сравнительно невысокая расчетная скорость (М=0,8), казалось бы, диктовала другую форму профиля. Вертикальное оперение — двойное, с наклоненными внутрь, как у SR-71, килями.

Самолет был спроектирован статически неустойчивым. Это потребовало применения системы искусственной устойчивости. Органы управления состояли из элевонов и поворотных верхних частей килей. Так как выбранная форма профиля обладала плохими срывными характеристиками, за крылом установили дополнительную рулевую поверхность, автоматически уменьшающую наклон самолета при превышении угла атаки 12^0.

Чтобы не нарушить рассчитанные компьютером контуры летательного аппарата, двигатели разместили внутри фюзеляжа. Воздухозаборники были закрыты решетками, поглощающими радиолуч и не позволяющими локатору "увидеть" компрессор. Для того, чтобы спрятать от РЛС турбину, сопла выполнили плоскими, толщиной всего в несколько сантиметров. Они были снабжены спрямляющими поток вертикальными перегородками.

Самолет изготовили из обычных алюминиевых сплавов, только сзади, вблизи сопел двигателей, применялись сталь и титан. Его взлетный вес был 5675 кг.

Как уже отмечалось, работы по программе "Харви" проходили в обстановке строгой секретности: на этапе постройки и испытаний важно было сделать самолет невидимым не только для радиолокатора, но и для посторонних глаз. Поэтому первые наземные испытания, проходившие во дворе завода фирмы



Экспериментальный самолет "Хэв блю" перед началом испытаний.



Локхид в Барбанке, проводились только ночью. В ноябре 1977 г. транспортный самолет С-5А доставил "Хэв блю" в секретный летно-испытательный центр. 1 декабря летчик-испытатель Билл Парк совершил на нем первый полет. Этот полет положил начало новому направлению в развитии военной авиации.

Первый экземпляр "Хэв блю" еще не имел специального покрытия, уменьшающего радиолокационную заметность самолета. Он предназначался, главным образом, для изучения летных характеристик этой уникальной по форме машины. Первые 36 вылетов прошли успешно, но 4 мая 1978 г. из-за неточного расчета скорости при заходе на посадку самолет потерпел аварию.

20 июля того же года начались испытания второй экспериментальной машины. Она была покрыта составом, поглощающим радиолучи. За 12 месяцев состоялось 52 полета, в том числе — испытания на радиолокационную и инфракрасную заметность.[5] Они дали положительные результаты, и в конце 1978 г. фирма получила от ВВС задание на создание боевого самолета-"невидимки". Год спустя был подписан заказ на 5 предсерийных и 15 серийных машин.

Самолет получил обозначение F-117A "Найтхок" ("Ночной сокол"). Хотя буква "F" подразумевает слово "истребитель" ("fighter"), F-117A таковым не являлся. По назначению это был "ударный самолет", предназначенный для атак стратегически важных наземных объектов.

В целом, F-117A представляет собой увеличенный вариант экспериментального "Хэв блю". Длина самолета составляет 20,1 м, размах крыла — 13,2 м. Два бесфорсажных двигателя F404-GE-F1D2 обеспечивают скорость полета около 1050 км/ч.

Что касается внешних конструктивных отличий, то это, прежде всего — другая форма килей. Они имеют внешний наклон, так как выяснилось, что компоновка оперения на "Хэв блю" вызывает отражение теплового потока газов вниз, повышая тем самым заметность самолета в инфракрасном диапазоне.

Угол стреловидности крыла по передней кромке уменьшен до $67{,}5^0$. Это увеличило удлинение крыла по сравнению с "Хэв блю" с 1,3 до 2. И все же из-за "граненной" формы фюзеляжа и необычного профиля крыла аэродинамическое качество F-117A примерно вдвое меньше, чем у обычных "бесхвосток". Чтобы увеличить радиус действия, самолет оборудовали системой дозаправки в воздухе.

За кабиной пилота находится отсек вооружения. В нем можно разместить две бомбы весом по 907 кг с лазерной системой наведения или другие виды оружия. Максимальный вес боевой нагрузки — 2270 кг.

В конструкции F-117A используются системы и агрегаты других самолетов. Двигатели представляют собой бесфорсажный вариант ТРД истребителя F/A-18, электродистанционную систему управления "позаимствовали" у F-16, многие элементы оборудования в кабине — как на F-16 и F/A-18, система кондиционирования — от транспортного С-130, бортовая ЭВМ — того же типа, как на "Спейс Шаттле". Такой подход позволил снизить стоимость разработки и, в какой-то степени, уменьшить технический риск.

При создании боевого самолета-"невидимки" были приняты дополнительные меры для снижения его радиолокационной, тепловой и акустической заметности. На щели, образующиеся в местах соединения фонаря кабины с фюзеляжем, створок отсеков шасси и вооружения установили накладки с пилообразной кромкой, зубцы которой отклоняют радиолуч таким образом, чтобы он не вернулся к антенне локатора. Панели фонаря кабины — с электропроводящим золотосодержащим покрытием, не позволяющим сигналу РЛС проникнуть внутрь и отразиться, например, от шлема летчика. Стенки сопел



F-117A во время публичной демонстрации самолета в 1990 г.

двигателей имеют слоистую конструкцию с сотовым заполнителем из алюминиевого сплава, а нижние панели сопел покрыты теплопоглощающими керамическими плитками. Для охлаждения выходящих газов через специальные створки на воздухозаборнике за турбину подается дополнительный воздух из атмосферы. Обшивка "Найтхока" покрыта композиционными радиопоглощающими материалами и ферромагнитной краской. Самолет не имеет радиолокатора и другого излучающего радиосигналы оборудования, которое могло бы его демаскировать.

В результате этих мер ЭПР F-117A при облучении его локатором спереди или сзади удалось снизить до 0,01 м^2, а при облучении с других ракурсов — до 0,025 м^2. Это на несколько порядков меньше, чем ЭПР обычных самолетов.

Чтобы сделать F-117A "невидимкой" в полном смысле слова, его решили применять в ночное время. С этой целью самолет окрасили в черный цвет и оборудовали инфракрасными системами, передающими изображение окружающей обстановки на дисплей в кабине. Для обзора через стекло кабины летчик имеет очки ночного видения.

18 июня 1981 г. Гарольд Фэрли поднял F-117A в первый полет. Он прошел непросто, так как путевая устойчивость машины оказалась значительно хуже расчетной и система искусственной устойчивости с трудом удерживала самолет на курсе. Поэтому после первого испытания площадь килей увеличили в полтора раза.

Но на этом неприятности не закончились. Во время одного из полетов из-за флаттера разрушился левый киль, пилоту едва удалось посадить самолет. Пришлось установить кили более прочной конструкции, из стали и композиционного материала.

Серийный выпуск F-117A начался в 1982 г. Вначале предполагалось построить 100 самолетов, но "холодная война" вскоре закончилась и заказ сократили до 59 машин. Последний F-117A поступил на вооружение летом 1990 г.

Первые из поколения боевых "неведимок".

Уровень аварийности F-117A высок. В результате летных происшествий в 1982, 1986, 1987, 1992, 1995 и 1997 гг. было потеряно 6 самолетов, погибло 3 пилота.



Общая стоимость разработки и серийного производства первого в мире самолета-"невидимки" составила 6,56 млрд. долларов. Таким образом, цена одного F-117A с учетом расходов на проектирование равна 111,2 млн. долларов.

Долгое время полеты F-117A проводили только в ночное время и о существовании самолета знал лишь узкий круг лиц. Первые официальные сообщения о "невидимке" появились в прессе в конце 1988 г., когда его серийный выпуск уже близился к завершению. Но прошло еще полтора года, прежде чем состоялась публичная демонстрация "Найтхока".

Естественно, военным не терпелось проверить новый самолет в боевых действиях. В декабре 1989 г. во время военной операции войск США в Панаме два F-117A сбросили по 907-кг бомбе на казармы национальной гвардии в городе Рио-Хато. Так как в панамских силах ПВО не было радиолокационных установок, испытания самолетов на малозаметность не произошло.

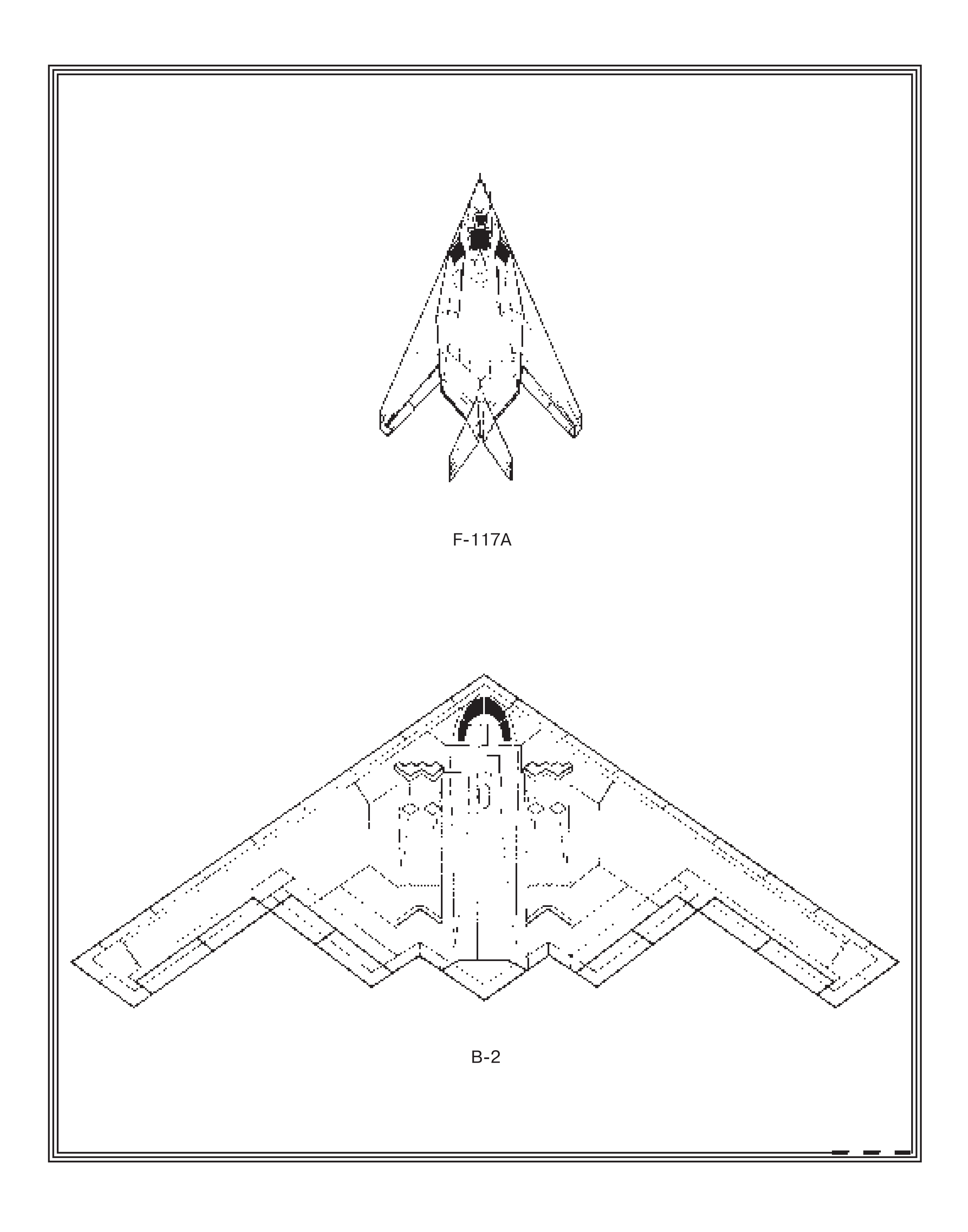
Настоящая проверка состоялась через 13 месяцев в ходе "Бури в пустыне" — боевых действий войск ООН против Ирака. В зону Персидского залива Пентагон направил 42 "Найтхока", т.е. б льшую часть парка этих самолетов. Ночью 17 января 1991 г. двадцать два F-117A нанесли внезапный удар по центрам связи и другим стратегически важным объектам Ирака, поразив с помощью управляемых бомб большинство намеченных целей. Всего же за время операции "Буря в пустыне" "Найтхоки" осуществили 1271 боевой вылет и сбросили свыше 2000 т бомб. При этом не было потеряно ни одного F-117A. Объектами атак являлись мосты, атомные реакторы, склады химического оружия, правительственные здания в Багдаде и другие "точечные" цели. По данным американских источников, результативность вылетов составила около 80%.[6]

В 1989 г. подразделению перспективных проектов фирмы Локхид "Скан Уоркс" и отделению авиационных систем ВВС США был вручен приз Коллье "за разработку малозаметного самолета F-117A, меняющего всю концепцию проектирования будущих военных самолетов и их боевого применения". После завершения операции "Буря в пустыне" блестяще зарекомендовавший себя в войне против Ирака самолет-"невидимка" выставлен в Музее ВВС США.

При всех своих достоинствах F-117A обладает двумя существенными недостатками — ограниченным радиусом действия (около 1000 км) и малой боевой нагрузкой. Поэтому администрация президента Картера еще в конце 70-х годов объявила конкурс на малозаметный стратегический бомбардировщик с дальностью полета и грузоподъемностью в несколько раз б льшими, чем у F-117A. Лучшим был признан проект фирмы Нортроп, разработанный под руководством ее главного конструктора Х.Маркаряна. Основным субконтрактором выбрали фирму Боинг, имевшую наибольший опыт в создании стратегических реактивных бомбардировщиков. Новый самолет получил обозначение B-2.

В основу проекта B-2 была положена схема "летающее крыло". Как уже отмечалось, из-за угловатости внешних форм F-117A имел невысокое аэродинамическое качество. Поэтому специалисты "Нортропа" отказались от плоскостенной "граненной" конструкции и решили применить плавные внешние обводы — стремительное развитие электронно-вычислительной техники позволяло теперь рассчитать оптимальную, с точки зрения малой радиолокационной заметности, форму поверхности двойной кривизны. Требуемые характеристики рассеяния достигались отсутствием выступающих частей и подбором такой кривизны обшивки, которая обеспечивала бы нужный угол отражения сигнала РЛС.

В 1980 г. чертежи будущего самолета показали основателю фирмы и создателю первых в США "летающих крыльев" Джеку Нортропу. В то время ему было уже 85 лет, он был частично парализован и не мог говорить. Но ум



F-117A

B-2



Один из первых снимков бомбардировщика B-2.

его оставался таким же ясным, как прежде. Лицо ветерана американского самолетостроения осветила улыбка, когда он увидел, что "летающее крыло", которому он отдал лучшие годы жизни, переживает второе рождение.

Д.Нортопу не довелось стать свидетелем полета B-2 — он умер в феврале 1981 г. Самолет же впервые поднялся в воздух 17 июля 1989 г. Командиром экипажа был руководитель объединенной группы по испытаниям B-2 полковник Ричард Коуч, место второго пилота занимал главный летчик-испытатель фирмы Нортроп Брус Хайндз. После разбега длиной в один километр бомбардировщик оторвался от полосы и пробыл в воздухе 1 час 52 минуты. Его сопровождали два F-16. Так как шасси B-2 на всякий случай не убирали, скорость в первом полете была небольшой — около 350 км/ч.

Испытания опытного и пяти предсерийных бомбардировщиков B-2 на авиабазе Эдвардс прошли успешно. По словам руководителя отдела испытаний Министерства обороны США Р. Данкана, "не было каких-либо существенных аэродинамических или эксплуатационных проблем, для преодоления которых потребовалось бы пересмотреть тактико-технические требования к самолету. Двигатели и вспомогательные системы работали отлично. Простота выполнения дозаправки в воздухе свидетельствует об отличных летных качествах B-2".[7]

Размах крыла B-2 равняется 52,4 м — точно, как у YB-49. Несмотря на значительно б льшие, чем у YB-49, взлетный вес и площадь крыла, конструкция B-2 весит почти столько же — 56700 кг. Этого удалось добиться благодаря широкому применению композиционных материалов. Так, консоли крыла длиной около 20 м каждая, изготовленные фирмой Боинг, были сделаны целиком из углепластика. Из композиционного материала выполнена и задняя центральная часть корпуса длиной 15,2 м. В местах, где происходит нагрев конструкции самолета от двигателей, использованы титановые сплавы.

Крыло имеет один мощный титановый лонжерон. Значительную долю нагрузки воспринимает обшивка центральной части крыла, толщина которой местами достигает 23 мм.

Стреловидность крыла по передней кромке составляет 33^0. Задняя кромка — зигзагообразная, угол ее наклона повсюду равен углу стреловидности передней кромки. Как на F-117A, профиль крыла спереди заострен, но его контуры имеют плавные очертания, что, наряду с большим удлинением крыла, способствует увеличению аэродинамического качества B-2. Оно почти такое

же, как у YB-49 и примерно в полтора раза выше, чем у современного американского бомбардировщика B-1B.

B-2 продольно неустойчив, путевая устойчивость — нейтральная. Искусственная устойчивость и автоматическое ограничение угла атаки обеспечиваются четырьмя независимо действующими вычислительными устройствами и электродистанционной системой управления. Автоматика позволила устранить боковую динамическую неустойчивость "летающего крыла", бывшей одной из причин отказа от принятия на вооружение бомбардировщика YB-49.

Органы управления B-2 — это трехсекционные элевоны и расщепляющиеся щитки-рули направления на концах крыла. Кроме того, сзади по центру расположен треугольный горизонтальный руль, служащий для продольной балансировки самолета и для автоматического демпфирования порывов ветра при полете на небольшой высоте. Из трех секций элевонов обычно используется внешняя, две внутренние подключаются к работе только при малых скоростях. В качестве дополнительного средства продольного управления предусмотрено отклонение реактивных струй двигателей с помощью специальных пластин-дефлекторов на задней кромке крыла.

Взлетно-посадочная механизация отсутствует, но это компенсируется сравнительно небольшой нагрузкой на крыло. Уменьшению посадочной скорости (а она составляет около 260 км/ч) способствует также мощная воздушная подушка, образующаяся под самолетом при приземлении.

На самолете установлены четыре турбореактивных двигателя Дженерал Электрик F118-GE-110. Общие для каждой пары двигателей воздухозаборники расположены над крылом. Их каналы изогнуты вниз таким образом, чтобы луч радиолокатора не мог отразиться от агрегатов компрессора. Сопла — плоские, как на F-117A. Перед выходом из сопла газы охлаждаются воздухом, поступающим через щель под воздухозаборником. Для устранения конденсационного следа — хорошо заметной белой полосы пара, образующейся за двигателями на большой высоте, в струю газов распыляется специальный хи-



Вид на кабину и центральную часть крыла.

мический состав, содержащий хлор, фтор и серную кислоту. Таким образом, конструкторы позаботились не только о радиолокационной и инфракрасной малозаметности бомбардировщика, но и постарались по возможности снизить его визуальную заметность.

Обычно экипаж состоит из двух человек: первого и второго пилота. Их кресла расположены рядом. Каждое место оборудовано полным комплектом приборов и органов управления, что позволяет поочередно пилотировать самолет. Сзади в кабине имеется еще одно, резервное, кресло — для оператора бортовых электронных систем, которого берут на борт в случае выполнения особо сложных заданий, например для нанесения бомбардировочного удара и одновременного ведения стратегической разведки. Вооружение (управляемые ракеты "воздух-поверхность" и бомбы с ядерными и обычными боевыми частями) находится в двух бомбоотсеках за кабиной. Чтобы члены экипажа не ослепли при вспышке ядерной бомбы, остекление кабины покрыто специальным слоем, который становится непрозрачным при яркости, превышающей определенный предел.

Самолет может брать на борт более 70 т топлива. Этот запас обеспечивает ему дальность 11670 км с 16900 кг боевой нагрузки при полете на большой высоте и 8150 км — при полете по профилю большая-малая (на участке длиной 1850 км)-большая высота. С одной дозаправкой в воздухе максимальная дальность увеличивается до 18530 км. Максимальная скорость — около 1000 км/ч, практический потолок — 15240 м.

Величина эффективной поверхности рассеяния В-2 с передней полусферы равна 0,01 м^2. Это в 100 раз меньше, чем у бомбардировщика В-1В и в 4000 раз меньше, чем у В-52! ЭПР В-2 и F-117A примерно одинаковы, но так как В-2 намного больше по размерам, то, значит, примененный в его конструкции принцип изотропного рассеяния электромагнитных волн явно совершеннее, чем концепция "плоскостей-отражателей", воплощенная в F-117A.

Бомбардировщик-"невидимка" создавался, прежде всего, для действий против Советского Союза. В конце 1989 г. я присутствовал на лекции в Аэрокосмическом музее в Вашингтоне, на которой представитель Пентагона доказывал достоинства В-2. Доклад сопровождался фильмом, где с помощью средств мультипликации было показано, как группа бомбардировщиков незамеченной преодолевает все советские линии ПВО, достигает Москвы и в целости и сохранности возвращается к месту базирования. Выступающий очень старался — требовалось убедить налогоплательщиков и Конгресс в необходимости раскошелиться на производство нового самолета.

Однако большинство американского населения в то время уже не считало СССР "империей зла" и "врагом США № 1". "Холодной войне" наступал конец, и это не могло не сказаться на судьбе "абсолютного оружия" — В-2. Вместо 132 намеченных к производству бомбардировщиков-"невидимок" в 1990 г. их число решили сократить до 74, а в конце 1991 г. — до 20. Весной 1997 г. первые 6 самолетов поступили на вооружение ВВС США.

Выполненные к 1990 г. работы по самолету В-2 обошлись в 24 млрд. долларов. С учетом серийного выпуска 20 бомбардировщиков стоимость программы составит 44,4 млрд. долларов. Таким образом, В-2 стал самым дорогим самолетом в истории авиации — цена одного экземпляра превышает 2 млрд. долларов.

Военные и авиационные специалисты утверждают, что в любом случае огромные деньги потрачены не зря — появление В-2 означает скачок в развитии технологии самолетостроения. Это первый серийный реактивный самолет, в конструкции которого очень широко использованы композиционные материалы. Кроме того, в процессе проектирования и постройки В-2 фирма

В-2 в вечернем небе.


0332

Нортроп применила компьютерную трехмерную базу данных по всем деталям будущей машины, позволившую провести подготовку к производству без обычных чертежей, шаблонов и макетов и обеспечившую недостижимую раньше точность обводов самолета. Были внедрены в практику около 900 новых материалов и технологических процессов.

Безусловно, все эти нововведения могут быть использованы при создании невоенной авиационной техники. Так было и в прошлом: щедро финансируемая военная авиация "делилась" потом своими достижениями с гражданской. К сожалению, однако, это далеко не оптимальный метод развития технического прогресса.

***

С момента постройки первого самолета-"бесхвостки" Адера до полета B-2 прошло 99 лет — без одного года век. Для стремительно развивающейся авиации век — это целая эпоха, вобравшая в себя рождение, первые робкие шаги, возмужание и зрелость самолетостроения. Поэтому между этими самолетами нет почти ничего общего. Кроме схемы "бесхвостка" их роднит только одно — оба они предназначались для военных целей. Сейчас, когда безумство двух мировых войн и многолетнего политического противостояния осталось позади, я смею надеяться, что будущее самолетов, которым я посвятил эту книгу, связано не с созданием "идеального" оружия, а с появлением нового поколения транспортных летательных аппаратов — аэродинамически совершенных, экономичных, экологичных и безопасных.

Эта надежда не безосновательна. В последние несколько лет и за рубежом, и в нашей стране ведутся проектные работы по пассажирским самолета типа "летающее крыло". Эти летательные аппараты будут отличаться очень большой пассажировместимостью и иметь огромную дальность полета. В частности, в проекте специалистов Московского авиационного института предусматривается создание шестидвигательного самолета, рассчитанного на перевозку 600 пассажиров на расстояние 13000 км. Для того, чтобы ограничить габаритные размеры машины, пришлось отказаться от концепции "стопроцентного" "летающего крыла": пассажиров предполагается разместить в центральной части крыла и на двух палубах укороченного фюзеляжа. Тем не менее, как показывают расчеты, максимальное аэродинамическое качество и весовое совершенство проектируемой машины все равно будут заметно выше, чем у самолета обычной схемы.

Источники и комментарии

1. P.Whitener. Distributed load aircraft concepts // AIAA Papers. 1978. № 100.
2. Air Power History. 1994. Vol. 41. № 4. P. 49.
3. R.Horten, P.Selinger. Nurfl gel. Die Geschichte der Horten-Flugzeuge. Graz, 1983. P. 134.
4. J.Miller. Lockheed Martin's Skunk Works. Arlington, 1995. P. 160.
5. Нагретые части самолета выделяют излучение в инфракрасном диапазоне частот, что также позволяет обнаружить самолет и уничтожить его с помощью ракеты с тепловой головкой наведения. Поэтому кроме малой радиолокационной заметности требуется принимать меры для снижения теплового излучения. На "Хэв блю" с этой целью применялось особое месторасположение сопел, экранированных снизу крылом. Кроме того, реактивная струя, выходящая из щелевидного сопла, быстро смешивается с окружающим воздухом и охлаждается.
6. Miller. P. 173.
7. B-2 bomber program and B-2 contract management. Hearing before the Committee on Armed Services United States Senate. Washington, 1990. P. 11.

ХАРАКТЕРИСТИКИ САМОЛЕТОВ СХЕМЫ “БЕСХВОСТКА”

Название	Год	l	$l_{кр}$	S	λ	Взл.вес	Силовая установка	$V_{макс}$	$V_{пос}$	$H_{пр}$	L	n
		м	м	м^2		кг		км/ч	км/ч	км	км	чел.
“Эол”	1890	5,8	14,0	28	7,0	296	1ПДх20 л.с.					1
“Авион-3”	1897	6,4	16,0	56	4,6	400	2ПДх20 л.с.					1
Самолет Вуйя	1906	3,0	8,7	20	3,8	240	1ДВСх9 л.с.					1
Самолет Эллехаммера	1906	6,2	9,3	37	2,3	180	1ДВСх18 л.с.					1
Данн D.5	1910	6,2	14,0	51	3,8	770	1ДВСх60 л.с.	70				2
Данн D.6	1911	6,4	11,0	21	5,7		1ДВСх50 л.с.	90				1
Арну “Стабльавион”	1912		10,0			400	1ДВСх55 л.с.					2
Берджэс-Данн АН-7	1914	7,3	14,3	45	4,5	975	1ДВСх100 л.с.	120				2
Биплан Арну	1921	3,9	9,0	25	3,2		1ДВСх130 л.с.					2
“Птеродактиль”Mk.I	1925	4,9	13,7	21	9,1	370	1ДВСх33 л.с.	113	47			2
БИЧ-3	1926	3,5	9,5	20	4,5	260	1ДВСх18 л.с.	80	40			1
“Шторх-V”	1929	3,8	12,4	19	8,3	250	1ДВСх8 л.с.	120	60			1
“Птеродактиль”Mk.IV	1931	5,6	13,4	24	7,5	950	1ДВСх120 л.с.	180	85			3
Зольденхофф А5	1931	5,0	10,0	18	5,7	540	1ДВСх40 л.с.	210	67			2
“Дельта-I”	1931	4,2	13,0	25	6,7	520	1ДВСх30 л.с.	150	50	4,0		2
БИЧ-7А	1932	4,7	12,1	30	4,9	886	1ДВСх100 л.с.	165	70	4,0		2
Ньюпор-941Т	1932		13,3	27	6,6	1040	1ДВСх120 л.с.	220				4
Фовель AV-2	1933	3,6	12,9	20	8,3	345	1ДВСх34 л.с.	140	40			1
“Стабилоплан-4”	1933	3,7	9,0	24	3,4	380	1ДВСх35 л.с.	147	73			1
Эрап S-2	1933	4,3	5,8	19	1,8	350	1ДВСх40 л.с.	156	37			1
ХАИ-4	1934	4,2	12,0	22	6,7	880	1ДВСх100 л.с.	180	100			2
БИЧ-14	1934	5,8	16,2	58	4,5	1900	2ДВСх100 л.с.	160	71			5
“Птеродактиль”Mk.V	1934	5,8	14,2	37	5,4	2315	1ДВСх650 л.с.	267	80			2
Самолет Хоффмана	1935	5,4	6,9	22	2,2	660	1ДВСх85 л.с.	215	45			1
Самолет Кановы	1935	5,0	5,0	14	1,8	300	1ДВСх36 л.с.	177	65			1
Фовель AV-10	1935	4,2	10,0	18	5,6	545	1ДВСх75 л.с.	185	60	7,1		2
“Эрроуплейн”	1935	7,6	12,2	24	6,0	860	1ДВСх100 л.с.	176	65		560	2
“Униплан”	1936		5,0				1ДВСх40 л.с.	230				1
САМ-7	1936	7,5	9,4	20	4,4	1480	1ДВСх750 л.с.		138			2
Go-147b	1936	5,9	12,2	19	7,7	1150	1ДВСх240 л.с.	220		5,4		2
К-12	1936	10,3	21,0	73	6,0	4200	2ДВСх480 л.с.	219	77	7,1		3
ХАИ-АВИАВНИТО-3	1936	6,0	22,4	79	6,4	2200	1ДВСх100 л.с.	130	65		470	10
DFS-39	1936	5,4	9,6	17	5,3	680	1ДВСх75 л.с.	220	70			2
БОК-5	1937	4,4	9,9	19	5,1	764	1ДВСх100 л.с.	174	85	4,9		1
“Стрела”	1937	6,2	3,6	13	1,0	630	1ДВСх140 л.с.		110			1
“Эрроубил”	1937	5,7	11,2	25	5,5	1170	1ДВСх100 л.с.	185	65		650	2
Ho.V	1938	6,5	16,0	42	6,2	1250	2ДВСх80 л.с.	260	82		500	2
БИЧ-20	1938	3,6	6,9	9	5,3	287	1ДВСх26 л.с.	140	65	1,4		1
HP.75 “Мэнкс”	1939	5,6	12,2	23	6,5	1800	2ДВСх140 л.с.	235		3,2		2
БИЧ-21	1940	4,7	6,5	9	4,7	623	1ДВСх220 л.с.	>320				1
ДБ-ЛК	1940	9,8	21,6	57	8,2	9285	2ДВСх950 л.с.	488	155	8,5	2900	4
N-1M	1940	5,2	11,6	28	4,8	1360	2ДВСх65 л.с.					1
DFS-194	1940	6,4	10,4	18	6,2	2100	1ЖРДх300 кгс	550				1
N-9M	1942	5,3	18,3	46	7,3	3200	2ДВСх260 л.с.					1

Название	Год	l м	$l_{кр}$ м	S $м^2$	λ	Взл.вес кг	Силовая установка	$V_{макс}$ км/ч	$V_{пос}$ км/ч	$H_{пр}$ км	L км	n чел.
XP-56	1943	7,1	12,9	29	5,8	5000	1ДВСх1675 л.с.		214			1
Ho.VII	1943	7,8	16,0	44	5,8	2000	2ДВСх240 л.с.	350	77			2
Me-163B	1943	5,7	9,3	19	4,5	4300	1ЖРДх1700 кгс	880	170	12,2	100	1
MX-324	1944	4,4	8,3	13	5,5	910	1ЖРДх90 кгс					1
XP-79B	1945	4,3	11,6	27	5,0	4360	2ТРДх520 кгс					1
Ho.IX	1945	7,5	16,0	46	5,6	6900	2ТРДх900 кгс		145			1
SE.2100	1945	5,0		10		800	1ДВСх140 л.с.	230				2
XB-35	1946	16,2	52,4	372	7,4	76340	4ДВСх3000 л.с.	605	170	10,7	10000	9
DH-108	1946	7,5	11,9	31	4,6	4000	1ТРДх1360 кгс	560				1
AW.52	1947	11,2	29,4	122	6,2	14830	2ТРДх2270 кгс	800		15,2	2400	2
YB-49	1947	16,2	52,4	372	7,7	96800	8ТРДх1870 кгс	930		11,7	8700	6
X-4"Бэнтам"	1948	7,1	8,2	19	3,6	2930	2ТРДх725 кгс	1000				1
F7U-1 "Катлэсс"	1948	12,4	11,8	46	3,1	8000	2ТРДх1360 кгс	1050	190	13,5	1100	1
XF-92A	1948	12,9	9,5	39	2,3	6800	1ТРДх3720 кгс	1000		14,0		1
Авро 707	1949	12,9	10,4			4000	1ТРДх1630 кгс		280			1
P.111	1950	8,0	10,2	27	3,9	5175	1ТРДх2300 кгс	1030	185			1
F4D-1"Скайрэй"	1951	13,2	11,2	52	2,0	9100	1ТРДх6600 кгс	1000		15,0	1520	1
SAAB-210	1951	9,1	4,9	13	1,8		1ТРДх480 кгс	650				1
"Вулкан"B.1	1953	29,6	30,2	320	2,9	68000	4ТРДх5000 кгс	1030		16,8	4830	5
XF2Y-1"Си Дарт"	1953	15,5	10,3	53	2,0	10000	2ТРДх2720 кгс	1060				1
F-102A"Дельта Деггер"	1953	21,0	11,6	61	2,2	11700	1ТРДх7250 кгс	1295	240	16,2	1600	1
"Шерпа"	1953	9,8	11,6	24	5,1	1450	2ТРДх160 кгс	400				1
FD.2	1954	15,7	8,2	33	2,5	6100	1ТРДх4540 кгс	1800		18,0		1
Pa-49	1954	5,1	5,1	9,6	2,7	650	1ТРДх160 кгс	495		8,5	400	1
"Мираж"I	1955	10,7	7,6	29	2,0	5000	2ТРД+ЖРД	1380				1
J-35"Дракен"	1955	16,0	9,4	50	1,8	11400	1ТРДх6535 кгс	2125	215	18,0	2000	1
F-106A"Дельта Дарт"	1956	21,6	11,6	65	2,1	14280	1ТРДх11100 кгс	2136	280	17,4	2300	1
F5D "Скайлансер"	1956	15,2	11,2	52	2,0	11300	1ТРДх7300 кгс	1700		17,0	2000	1
"Дюрандаль"	1956	11,8	6,5	22	1,7	4050	1ТРД+ЖРД	1700		17,0		1
"Мираж"III	1956	13,9	8,2	35	2,0	9600	1ТРДх6200 кгс	2300	290	17,0	2000	1
B-58 "Хаслер"	1956	29,5	17,3	143	2,1	68000	4ТРДх6580 кгс	2156	400	17,0	4000	3
CF-105"Эрроу"	1958	23,8	15,0	144	1,6	34000	2ТРДх10900 кгс	1600	205		2400	2
"Мираж"IV	1959	23,5	11,9	78	1,8	33000	2ТРДх7000 кгс	2300	260	20,0	2500	1
HP.115	1961	13,7	6,1	40	0,9	2290	1ТРДх860 кгс	400			500	1
BAC.221	1964	17,6	7,6	46	1,3	9000	1ТРДх5000 кгс	1700	212			1
SR-71"Блэкберд"	1964	32,7	16,9	167	1,7	63500	2ТРДх14740 кгс	3420	300	25,0	6000	2
МиГ-21И ("Аналог")	1967	15,0	11,5	43	3,1	9000	1ТРДх6500 кгс	2100				1
Ту-144	1968	65,5	28,0	503	1,6	180000	4ТРДх17000 кгс	2500		18,0	3200	150
"Конкорд"	1969	62,2	25,6	385	1,7	180000	4ТРДх17200 кгс	2350	295	18,0	6500	144
"Мираж"2000	1978	14,4	9,1	41	2,0	10860	1ТРДх9700 кгс	2340	230	18,0	2000	1
F-117A	1981	20,1	13,2	85	2,0	23835	2ТРДх4900 кгс	1050	278		2500	1
F-16XL	1982	16,5	10,4	62	1,7	21770	1ТРДх11340 кгс	2200				1
B-2	1989	21,0	52,4	372	7,4	168000	4ТРДх8600 кгс	1000	260	15,2	11670	3

Принятые сокращения: l — длина самолета, $l_{кр}$— размах крыла, S — площадь крыла, λ — удлинение крыла, взл. — взлетный, $V_{макс}$ — максимальная скорость, $V_{пос}$ — посадочная скорость, $H_{пр}$ — практический потолок, L — дальность полета, n — число мест, ПД — паровой двигатель, ДВС — двигатель внутреннего сгорания, ЖРД — жидкостный ракетный двигатель, ТРД — турбореактивный двигатель. Для самолетов с ТРД приведена тяга на форсаже.

СЛОВАРЬ ТЕХНИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ

Аэродинамическое качество — отношение подъемной силы к аэродинамическому сопротивлению, т.е. величина, характеризующая аэродинамическое совершенство летательного аппарата.

Балансировка — обеспечение равновесия действующих на летательный аппарат в полете моментов сил.

Бафтинг — вибрация частей летательного аппарата, возникающая из-за пульсации воздушного давления (например, при срыве потока с крыла или оперения, или образовании скачков уплотнения при приближении к скорости звука).

"Бесхвостка" — аэродинамическая схема, характеризующаяся отсутствием горизонтального оперения.

Биплан — самолет с двумя крыльям, расположенными друг над другом.

Бочка — фигура пилотажа: поворот летательного аппарата вокруг своей продольной оси на 360^0 и более без изменения направления движения.

Весовая отдача — отношение полезной нагрузки (люди, топливо, грузы) к взлетному весу, т.е. величина, характеризующая весовое совершенство летательного аппарата.

Винт изменяемого шага — воздушный винт (пропеллер), лопасти которого могут менять в полете угол установки относительно своей оси.

Волновое сопротивление — часть аэродинамического сопротивления, возникающая при скорости полета, превышающей местную скорость звука и обусловленная возникновением на поверхности летательного аппарата скачков уплотнения.

Закрылок — подвижная поверхность, установленная на задней кромке крыла и служащая для увеличения подъемной силы.

Запас продольной устойчивости — количественная характеристика устойчивости, определяемая расстоянием между центром тяжести и аэродинамическим фокусом летательного аппарата.

Иммельман (полупетля) — фигура высшего пилотажа.

Индуктивное сопротивление — часть аэродинамического сопротивления, зависящая от величины подъемной силы и формы крыла. Вызывается завихрениями потока, создаваемыми крылом. Чем меньше удлинение крыла, тем больше его индуктивное сопротивление.

Интерцепторы — аэродинамические органы управления. Имеют вид пластин на левом и правом полукрыле, поочередно отклоняемых летчиком для управления креном и скольжением (иногда — совместно с элеронами).

Кабрирование — движение летательного аппарата в вертикальной плоскости с увеличением угла атаки.

Капотирование — опрокидывание самолета на нос или на спину при движении по земле.

Коэффициент аэродинамического сопротивления (C_x) — безразмерная величина, представляющая собой отношение аэродинамического сопротивления к площади крыла, умноженной на скоростной напор (произведение плотности воздуха на квадрат скорости, деленное на два).

Коэффициент подъемной силы (C_y) — безразмерная величина, представляющая собой отношение подъемной силы к площади крыла, умноженной на скоростной напор.

"Летающее крыло" — "бесхвостка", у котрой отсутствует фюзеляж, а все агрегаты, экипаж и грузы находятся внутри крыла.

Миделевое сечение — максимальное по площади сечение тела плоскостью, перпендикулярной его оси.

Моноплан — самолет с одним крылом.

Нагрузка на крыло — отношение веса летательного аппарата в полете к площади крыла.

Нервюра — поперечный элемент конструкции крыла и оперения летательного аппарата. Служит для образования контура профиля и восприятия силовых нагрузок.

Относительная толщина профиля — отношение максимальной толщины профиля к хорде.

Пограничный слой — тонкий слой воздуха, примыкающий к обтекаемой им поверхности. Из-за влияния сил вязкости воздуха параметры течения в пограничном слое существенно отличаются от параметров внешнего потока.

Посадочные щитки — разновидность посадочной механизации крыла. Представляют собой пластины на нижней поверхности крыла, отклоняемые при взлете и посадке для увеличения подъемной силы.

Практический потолок — наибольшая высота, на которой летательный аппарат еще обладает небольшим избытком тяги для подъема с некоторой заранее оговоренной вертикальной скоростью.

Предкрылок — элемент механизации крыла, расположенный вдоль его передней кромки и предназначенный для улучшения аэродинамических характеристик летательного аппарата на больших углах атаки.

Прямоточный воздушно-реактивный двигатель (ПВРД) — разновидность воздушно-реактивного двигателя. В отличие от турбореактивного двигателя (ТРД) не имеет компрессора, сжатие воздуха происходит за счет кинетической энергии набегающего потока.

Рейсовая скорость — отношение дальности к продолжительности полета.

Ротативный двигатель — двигатель, у которого цилиндры вращаются вокруг неподвижного коленчатого вала.

Свободнонесущее крыло — крыло, не имеющее внешних силовых элементов (стоек, подкосов, растяжек).

Скороподъемность — скорость набора высоты.

Срединная поверхность — воображаемая поверхность, точки которой равноудалены от верхней и нижней поверхностей крыла.

Стрингер — продольный элемент конструкции летательного аппарата. Служит для подкрепления обшивки и передачи силовых нагрузок.

Сужение крыла — отношение длин хорд у основания и на конце крыла.

Триммер — вспомогательная рулевая поверхность, расположенная на задней кромке основного органа управления и предназначенная для уменьшения усилий, необходимых для его отклонения.

Триплан — самолет с тремя крыльям, расположенными друг над другом.

Угол атаки — угол между вектором скорости набегающего потока и прямой, соединяющей крайние точки профиля (хордой крыла). При превышении некоторого допустимого угла нормальное обтекание крыла нарушается и наступает срыв потока.

Угол стреловидности крыла — угол, на который крыло отклонено в горизонтальной плоскости от оси, перпендикулярной плоскости симметрии самолета. Принято измерять угол стреловидности по линии 1/4 длины хорд или по передней кромке крыла. В данной работе всюду указывается угол стреловидности по передней кромке.

Удельная прочность — отношение предела прочности материала к его удельному весу.

Удлинение крыла — отношение квадрата размаха крыла к его площади.

Устойчивость — способность летательного аппарата восстанавливать режим полета, от которого он отклонился после воздействия возмущения. Подразделяется на статическую, т.е. способность возвращаться в статическое равновесие, и динамическую, оцениваемую характером затухания колебаний. Статическая устойчивость определяется взаимоположением центра тяжести аппарата (центровки) и точки приложение вектора приращения подъемной силы (аэродинамического фокуса), динамическая устойчивость характеризуется, в первую очередь, демпфирующими свойствами крыла и оперения. В зависимости от плоскости, в которой производится оценка устойчивости, существуют понятия продольной, поперечной и путевой устойчивости (последние две иногда объединяют термином "боковая устойчивость").

"Утка" — аэродинамическая схема, характеризующаяся расположением горизонтального оперения впереди крыла.

Центр давления — точка приложения равнодействующей аэродинамических сил. В случае применения на "бесхвостке" симметричного профиля положение центра давления совпадает с положением фокуса.

Центроплан — часть крыла, примыкающая к фюзеляжу. К центроплану крепятся внешние части крыла — консоли.

Число Маха (М) — безразмерная величина, показывающая отношение скорости полета к скорости звука в обтекающем самолет потоке ("местной скорости звука"). Скорость звука изменяется с высотой: у земли она составляет 340 м/с, на высоте 11 км — 295 м/с.

Штопор — движение летательного аппарат по вертикальной нисходящей спирали малого радиуса при больших углах атаки, возникающее обычно после потери скорости полета.

Элевоны — аэродинамические поверхности на крыле, служащие для управления креном и высотой полета, т.е. комбинация элеронов и рулей высоты.

Элероны — аэродинамические поверхности на крыле, служащие для управления креном.

УКАЗАТЕЛЬ САМОЛЕТОВ И ПЛАНЕРОВ СХЕМЫ "БЕСХВОСТКА"

ОГЛАВЛЕНИЕ

Соболев Дмитрий Алексеевич

СТОЛЕТНЯЯ ИСТОРИЯ "ЛЕТАЮЩЕГО КРЫЛА"

Графика В.Н.Лаврова

Лицензия ЛР № 071427 от 17.04.97. Формат 84x108/16. Усл. печ. л. 18. Тираж 2000 экз. Заказ №3250

АОЗТ "РУСАВИА". 125299, Москва, Ленинградское ш.,6. Тел./факс (095)158-20-36.

Отпечатано с готового оригинал-макета в полиграфической фирме "Красный пролетарий".

103474, Москва, ул.Краснопролетарская, 16.